

DECOUVERTE

AÉRIENNE



DU MONDE

HORIZONS

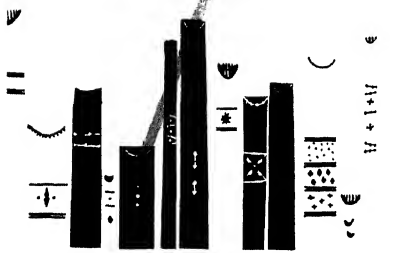
DE FRANCE

778.35 C54d

70-52502

reference collection book

kansas city
public library
kansas city,
missouri



KANSAS CITY, MO. PUBLIC LIBRARY



0 0001 4522523 1

DÉCOUVERTE
AÉRIENNE
DU MONDE

LA
DECOUVERTE
AÉRIENNE
DU MONDE

Publiée sous la direction de
PAUL CHOMBART DE LAUWE

PRÉFACE
de
E. DE MARTONNE
Membre de l'Institut

Textes par :

PAUL CHOMBART DE LAUWE
PIERRE CROCHET-DAMAIS
PIERRE MARTHELOT
MARCEL GRIAULE
MICHEL PARENT
CHARLES MORAZE
et le capitaine SCHLIENGER

avec trois cents photographies par avion

PARIS
HORIZONS DE FRANCE
39, RUE DU GÉNÉRAL-FOY

Des commentaires de photographies ont, en outre, été établis par MM. :

Gérard BAILLOUD, *attaché au Musée de l'Homme.*

Colonel Jean BARADEZ, *attaché à la Direction des Antiquités d'Algérie.*

J.-M. BAUDET, *attaché de recherches auprès du Professeur Breuil.*

M^{me} JEAN-BRUNHES DELAMARRE, *Secrétaire de la « Revue de Géographie humaine et d'Ethnologie ».*

Jean-Yves CLAEYS, *Directeur d'études à l'Ecole française d'Extrême-Orient.*

Pierre DEFFONTAINES, *Professeur de Faculté et Directeur de l'Institut français de Barcelone.*

Jean DRESCH, *Professeur à la Faculté des Lettres de Strasbourg, Directeur des Etudes géographiques à l'Ecole de la France d'outre-mer.*

André FRÉON, *chargé de recherches au Centre national de la Recherche scientifique.*

Michel LABROUSSE, *Professeur à la Faculté des Lettres de Toulouse.*

Marcel LARNAUDE, *Professeur à la Faculté des Lettres de Paris.*

Jean LAVOINE, *Ingénieur en chef des Services agricoles.*

André LEROI-GOURHAN, *Sous-directeur du Musée de l'Homme.*

R. P. POIDEBARD, *Professeur à l'Institut des Lettres orientales de Beyrouth.*

Charles ROBEQUAIN, *Professeur à la Faculté des Lettres de Paris.*

Jean TROCHAIN, *Maître de conférence à la Faculté des Sciences de Montpellier.*

qui ont bien voulu apporter ainsi leur collaboration à cet ouvrage.

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	10
PRÉFACE	
par Emmanuel de Martonne, <i>membre de l'Institut</i>	11
LA VISION AÉRIENNE DU MONDE	
par Paul Chombart de Lauwe, <i>chargé de recherches au Centre National de la Recherche scientifique, Musée de l'Homme</i>	19
L'EXPLORATION AÉRIENNE	
par Pierre Crochet-Damais, <i>rédacteur en chef de la « Revue Générale de l'Air »</i>	57
LA TERRE ET LA VIE	
par Pierre Marthelot, <i>chargé de cours à la Faculté des lettres de Strasbourg</i>	97
L'HOMME ET LE MILIEU NATUREL	
I. L'ETHNOGRAPHIE	
par Marcel Griaule, <i>professeur à la Sorbonne</i>	177
II. L'ÉVOLUTION DES RAPPORTS ENTRE L'HOMME ET LE MILIEU	
par Paul Chombart de Lauwe	209
LA MARQUE DES CIVILISATIONS	
I. LA VISION AÉRIENNE ET LES CIVILISATIONS DISPARUES	
par Paul Chombart de Lauwe	249
II. LES CIVILISATIONS VIVANTES. LES VILLES ET LEURS STRUCTURES	
par Michel Parent, <i>conservateur du Musée des plans en relief</i>	281
III. CIVILISATIONS ET CIVILISATION	
par Paul Chombart de Lauwe	327
NOTES TECHNIQUES	
par le Capitaine Georges Schlienger.	375
EXEMPLE D'EXPLOITATION D'UNE VUE AÉRIENNE	
par Paul Chombart de Lauwe	402
CONCLUSION	
par Charles Morazé, <i>Directeur d'études à l'École pratique des Hautes Etudes</i>	407

AVANT-PROPOS

COMME toute œuvre touchant à l'Aviation, ce livre est un travail d'équipe, mais les limites de cette équipe sont difficiles à préciser. La liste des noms d'auteurs, d'éditeur, de commentateurs, de techniciens qui sont cités, ne donne qu'une idée incomplète des ramifications innombrables du monde de l'Air, dont nous ne voyons encore ici qu'un aspect. Tous les éléments qui composent ce monde sont à ce point interdépendants qu'une description même d'un seul côté de sa vie devra peut-être un jour, pour être entièrement vraie, rester anonyme.

Ce total désintéressement sera possible le jour où les divisions économiques et politiques seront supprimées dans la vie internationale. Pour l'instant, nous adressons nos remerciements aux organismes publics et privés qui nous ont apporté leur appui pour la recherche, la sélection ou l'exécution des photographies. En France, l'Institut Géographique National et l'Armée de l'Air, et de nombreux autres services officiels qui sont mentionnés dans le texte, ont bien voulu s'intéresser d'une manière active et bienveillante à notre effort.

Dans la plupart des pays du monde nous avons rencontré un accueil favorable à nos demandes et, en raison de l'immense richesse de la matière qui nous était proposée, nous avons dû souvent arrêter des démarches qui nous auraient entraînés au-delà des limites que nous nous étions fixées. Ainsi, une documentation de premier ordre nous a été fournie par les services officiels ou privés d'Angleterre — l'Ashmolean Museum d'Oxford (MM. Harden et Atkinson), M. le Professeur Crawford, le British Museum, Aerofilms Ltd — des Etats-Unis, du Canada, d'Italie, du Danemark, de l'Australie, de la Hollande, de la Suisse. Nous avons eu plaisir à rappeler leurs noms dans tous les documents qu'ils nous ont procurés.

Au moment de terminer la mise au point de ce volume, nous apprenons la mort du capitaine-pilote Georges SCHLIENGER, victime d'un accident en service commandé au cours d'un exercice sur un avion à réaction.

Mieux que tout autre éloge, certains passages du chapitre qu'il a lui-même rédigé feront comprendre au lecteur la valeur du camarade que nous avons perdu. Aux qualités de pilote et de technicien, il ajoutait une culture scientifique très étendue et, comme il le dit dans ses dernières lignes, il savait aussi faire la « part de l'artiste », et, plus largement et plus simplement encore, la « part de l'homme ». Quel plus bel hommage pourrait lui être rendu ?

PRÉFACE

VOICI tantôt quinze ans que, dans une conférence à la Société de Géographie de Paris, j'appelais l'attention sur « la photographie aérienne au service de la géographie ».

Cinq ou six ans après l'armistice qui arrêta la première guerre mondiale, on commençait à peine à soupçonner les horizons nouveaux qu'offrait l'aviation née sur les ruines encore fumantes. Quelques géographes, mobilisés comme observateurs ou pilotes, avaient découvert l'intérêt des spectacles inédits offerts par la machine volante, tel Blache, dont les photographies de l'Atlas marocain ont été publiées aux Annales de Géographie et à la Revue de Géographie alpine. Une société d'aviation civile, la Compagnie Aérienne Française de l'ingénieur Baleyguier, envisageait l'exploitation, dans un but de recherches ou d'enseignement, de vues prises au cours de transports commerciaux.

C'était assez pour enthousiasmer le conférencier, au point de prédire que, dix ans plus tard, les photographies aériennes seraient considérées comme documents aussi indispensables que les photographies prises au sol dans toutes les publications de géographie physique ou humaine.

A ce rendez-vous audacieux, les prévisions étaient largement dépassées, au point qu'on pouvait les oublier comme fait banal. On pouvait feuilleter nos Annales de Géographie, le Geographical Journal de Londres, la Geographical Review de New-York, ouvrir un volume quelconque de la nouvelle Géographie Universelle de P. Vidal de La Blache, partout la photographie aérienne s'étalait, envahissant même les manuels scolaires.

Cependant cette diffusion des images aériennes n'était qu'une des conséquences surprenantes du développement de l'aviation. Ce développement exigeait, en même temps qu'un perfectionnement de plus en plus poussé de la machine volante, une connaissance de plus en plus approfondie du milieu atmosphérique. Les grands raids reliant les capitales, puis traversant les mers, souvent après des pertes de vies précieuses, contribuaient, par les exigences auxquelles devaient satisfaire, d'un côté les constructeurs d'appareils de plus en plus puissants, de l'autre les météorologues dont les prévisions devaient être de plus en plus détaillées, à élargir les horizons. Le triomphe sensationnel du jeune Lindbergh, celui même de Costes et Bellonte, plus difficile contre le régime des vents d'Ouest, en étaient la démonstration.

A la veille de la deuxième guerre mondiale, les progrès réalisés dans la connaissance de l'atmosphère dépassaient tout ce qu'on pouvait imaginer avant la première. Les lancers de cerf-volants ou ballons avec appareils enregistreurs avaient permis à Teisserenc de Bort de distinguer une enveloppe atmosphérique inférieure, la Troposphère, agitée de remous incessants, et une enveloppe supérieure, la Stratosphère, relativement calme, dont la limite s'abaissait de 15 à 8 kilomètres de l'Equateur au Pôle. La structure des cyclones avec leurs « fronts » générateurs de nuages et précipitations, dévoilée par l'école norvégienne, révélait des complications de plus en plus grandes par les observations que pouvaient en faire les avions, rendant à la météorologie un peu de tout ce qu'ils lui devaient.

Ainsi l'humanité paraissait faire un dernier pas décisif dans la connaissance de notre planète, en brisant les liens de la pesanteur qui l'attachaient à la surface des terres et des mers.

Une circulation commerciale régulière, suivant des itinéraires fixes, s'organisait, visant, dans l'Ancien Monde, à unir les Etats européens avec leurs colonies et, dans le Nouveau Monde, à assurer une mobilité de plus en plus grande aux hommes et aux biens. Les efforts pour assurer la liaison régulière des deux Mondes paraissaient sur le point d'aboutir.

Ce n'est pas tout, et la circulation aérienne paraissait déjà capable de contribuer à une meilleure connaissance des continents, représentés par des cartes dont la précision restait encore insuffisante dans la plus grande partie de l'Amérique du Sud et de l'Afrique, et même dans certaines régions européennes.

Au début de la deuxième guerre mondiale, une entente internationale paraissait près d'être réalisée pour éditer des « Cartes aéronautiques » spécialement conçues pour donner aux pilotes tous renseignements utiles sur le relief, la végétation et sur les détails de l'infrastructure, aérodromes jouant dans la « navigation aérienne » le rôle des ports dans la navigation maritime, obstacles divers et signaux analogues à ceux de la circulation ferroviaire.

Les cartes ordinaires paraissaient, elles-mêmes, susceptibles d'améliorations ou d'un achèvement plus rapide aux grandes échelles qu'exige l'économie

moderne, par utilisation de l'avion comme poste d'observation et station photographique. Les premiers essais de « cartographie aérienne », accueillis avec quelque défiance dans les services de divers Etats, avaient déjà dans les années 1935-39 donné des résultats décisifs par l'emploi d'appareils de « restitution » qui, à partir de couples de photographies stéréoscopiques, traçaient automatiquement tous les traits de planimétrie et de relief. Le Service géographique de l'Armée française avait déjà produit ainsi des feuilles de la nouvelle carte de France au 50.000^{me} et au 20.000^{me} d'une précision et d'une élégance remarquables.

Au moment où allait éclater la deuxième guerre mondiale, on put se rendre compte que la maîtrise du troisième élément de notre planète, s'étendant à tous horizons, permettait de réunir à Paris un « Premier Congrès de Géographie aérienne » et, tandis que s'achevait l'impression des comptes rendus des séances où avaient été discutés tous les problèmes, toutes les activités scientifiques et techniques, l'un des organisateurs acceptait de rédiger dans la collection Sciences d'Aujourd'hui un sommaire aussi clair et complet que possible d'une discipline dont le développement paraissait marquer un nouvel âge de l'histoire universelle¹.

Les débuts du prodigieux conflit qui devait bouleverser jusqu'aux fondements des sociétés humaines empêchaient la diffusion des comptes rendus du Congrès; l'apparition du sommaire de « Géographie aérienne » devait attendre plusieurs années après la fin des hostilités; et ce n'est qu'à partir de 1946 qu'on commençait à revoir, chaque année à Paris, un « Congrès National de l'Aéronautique ».

Cependant il apparaissait que les destructions les plus formidables n'avaient pas empêché le développement des activités aériennes dans toutes les directions.

Les Etats-Unis avaient entrepris l'édition de milliers de feuilles d'une carte aéronautique mondiale couvrant leur surface entière et débordant sur l'Amérique du Sud et l'Afrique. Dès la libération, l'Institut Géographique National français, successeur du « Service Géographique de l'Armée », était prêt à exploiter les séries de photographies aériennes pour activer la réfection de la carte de France et le lancement de la carte des territoires d'outre-mer.

La circulation aérienne s'organisait en un réseau de transports ultra rapides. Le problème de la jonction de l'Ancien et du Nouveau Monde aux latitudes où les caprices de l'atmosphère sont les plus redoutables était définitivement résolu par la construction d'appareils de plus en plus puissants et par l'organisation d'un réseau météorologique agissant dans les trois dimensions, même sur l'océan où patrouillent des navires-observatoires.

Capable de voler à la limite de la « stratosphère », l'avion doit pouvoir échapper aux perturbations de la « troposphère » et chercher la route la plus courte aux confins polaires. De New-York à Moscou la voie directe passe par l'Islande. De Boston à Shanghai, elle frôle le pôle Nord.

¹ Em. de Martonne, *Géographie aérienne*, Paris, 1948, 240 p., 48 pl.

Tant de nouveautés surprenantes, qu'on aurait pu qualifier de chimères il y a moins d'un quart de siècle, s'imposent dans toutes les disciplines qui visent à la connaissance totale de notre planète et peuvent être diffusées dans le grand public, éclairé par l'usage de la photographie fixant les visions aériennes.

C'est ce dernier but que s'est avant tout proposé une équipe de savants ayant l'expérience de l'avion, rassemblée par un pilote de chasse qui est un ethnologue et bénéficiant de l'appui libéral d'une maison d'édition habituée aux réalisations les plus luxueuses.

P.-H. Chombart de Lauwe, actuellement Chargé de recherches au Centre National de la Recherche Scientifique et attaché au Musée de l'Homme, avait traversé le Sahara en avion de tourisme pour prêter son aide à la Mission ethnographique de Griaule en 1936. Evadé de France en 1942, il a combattu de 1943 à 1945 dans un groupe de chasse. C'est lui qui a rassemblé les images photographiques et rédigé seul plus de la moitié du texte qui les encadre et les éclaire. Par là, autant que par le choix des collaborateurs, a pu être évitée l'inégale valeur qu'on regrette parfois dans les différentes parties d'une œuvre collective, tout en gardant à l'ouvrage sa signification générale.

La plupart des albums de photographies aériennes accompagnées de commentaires parus jusqu'ici sont des tableaux de régions géographiques, dont les aspects variés répondent à des conditions locales, tels les petits livres de Mittelholzer décrivant sa Suisse ou ses voyages africains et asiatiques; telle la merveilleuse série éditée par la Société de Géographie de New-York: Littoral de la Nouvelle Angleterre, par W.-T. Lee; Déserts et forêts des Andes du Pérou, par Johnson; Croisière du Cap au Caire, par R.-U. Light; Périple de l'Amérique du Sud, par I.-L. Rich...

La Découverte aérienne, de Chombart de Lauwe et de ses collaborateurs est le premier ouvrage systématique essayant de saisir des lois générales, en visant même parfois des conclusions philosophiques. Et c'est aussi celui qui reste le plus fermement appuyé sur les techniques aériennes, auxquelles le texte fait de brèves allusions et qui sont exposées dans des appendices.

Seul de son genre, il pourrait le rester encore quelques années par son orientation spéciale vers les faits humains, marques de tout genre de l'occupation de la surface des terres, qui ne font pas défaut même dans les déserts.

Les deux chapitres rédigés par un professeur de géographie universitaire sous les titres « La Terre » et « La Vie », représentant comme le sommaire d'un traité de géographie physique où rien d'essentiel n'est oublié, jouent le rôle d'une introduction, base des interprétations possibles de l'influence du milieu sur les sociétés humaines dans leur forme actuelle ou leur passé.

Délibérément orienté vers les vues générales, et spécialement vers les faits humains, le livre conçu par Chombart de Lauwe laisse pourtant entrevoir l'intérêt que présenteraient des ouvrages régionaux du même type. Leur intérêt même pour l'intelligence des grands problèmes est démontré par le chapitre sur l'ethno-

graphie rédigé par Griaule, description régionale des confins du Tchad et du Cameroun, véritable chef-d'œuvre du genre, où les observations locales, habilement groupées par un maître, ouvrent les aperçus généraux les plus suggestifs.

On peut regretter que la France se soit laissée devancer sur le terrain de la description régionale par photographie aérienne, alors qu'elle offre avec les paysages si variés de la métropole et de ses territoires d'outre-mer tant d'occasions de démonstrations semblables.

N'est-il pas étonnant que la publication d'un Atlas du Rhône par le géographe de l'Université de Lyon A. Cholley et l'as de la photographie aérienne qu'était le Commandant Seive n'ait pu être poussée plus loin que le premier fascicule ?

En attendant, il faut féliciter le pilote ethnographe, ses collaborateurs et son éditeur, dont les efforts unis ont abouti à l'éclatante réalisation qu'est le livre de la Découverte aérienne. Sûr de l'accueil des spécialistes, on doit lui souhaiter de recueillir les suffrages du grand public éclairé.

Emmanuel de MARTONNE

Membre de l'Institut.



Photo Armée de l'Air - 33^{me} Escadre.

Entre Durance et Drôme, près du mont Ventoux.
... D'autres nuages plus légers promènent sur le sol
des taches aux contours mobiles. C'est l'altitude des
grands ensembles, des vues générales, des compa-
raisons suggestives. Toute une vallée des Alpes
apparaît dans le contexte géographique qui en fera
comprendre les modes d'implantation humaine.



Photo Armée de l'Air - 33me Escadre.

Gao, la Dune Rose. Deux avions militaires français en mission photographique au-dessus de l'A. O. F. Sur le sol sablonneux se distinguent nettement les ombres des appareils. L'observation aérienne fait entrer dans la vision de l'homme les phénomènes se déroulant dans un cadre trop vaste pour être saisi d'un seul regard.

LA VISION AÉRIENNE DU MONDE

LA DÉCOUVERTE AÉRIENNE

Partagé entre l'invention et la découverte, l'homme pénètre chaque jour plus profondément le monde dans sa recherche, tout en poursuivant sa conquête. Au cours de l'histoire, il progresse difficilement sur ces deux chemins entremêlés. Sur celui de la découverte, il saisit de mieux en mieux ses relations avec les choses, la Terre et l'Univers, qu'il connaît de plus en plus intimement. Sur celui de l'invention, il achève, par étapes successives, la prise de possession du domaine récemment exploré. Lorsqu'un instrument nouveau, inventé par lui pour augmenter son pouvoir, lui ouvre en même temps des routes inconnues de découverte, nous saisissons clairement cette interdépendance des deux voies du progrès. L'avion nous en donne un exemple frappant.

Dans la découverte scientifique l'observation aérienne se situe à l'opposé de l'examen microscopique. Attentif au monde qui l'entoure, l'homme est également attiré vers l'atome et la galaxie, vers l'infiniment petit et vers l'infiniment grand. Le microscope lui permet de contrôler, par la vue, certaines hypothèses des savants sur la constitution de la matière. L'observation aérienne, à l'inverse, fait rentrer dans sa vision des phénomènes se déroulant dans un cadre trop vaste pour être saisi d'un seul regard. Pour pouvoir les contrôler par les sens il les réduit à l'échelle de son champ visuel, au lieu d'en vérifier l'existence par des calculs. A l'avancée vers l'intérieur des choses que permet à l'œil le microscope dans la première voie de recherche, correspond, dans la seconde, le recul que les engins aériens permettent de prendre pour observer la Terre de l'extérieur.

Comme tout instrument de découverte l'avion a son champ propre d'observation et par l'exercice particulier des sens qu'il suppose, il imprime sur

l'homme qui le pratique un sceau qui le marque dans son être tout entier. Le menuisier, attentif au fil du bois qu'il travaille, le sculpteur tâtant du pouce la pierre qu'il frappe, le métallurgiste observant à l'œil nu ou au microscope un défaut du fer, explorent les uns et les autres une matière qui est leur domaine. L'artiste découvre dans le paysage familier des harmonies inconnues et le psychologue sonde la vie psychique d'un être. Chacun d'eux s'enfoncé plus intimement dans la portion du monde qu'il a choisie. Chacun d'eux pour avancer plus sûrement dans sa voie, tend à aiguïser ses sens et à perfectionner le geste qui fera le mieux rendre son outil.

Pour l'aviateur, le champ d'investigation est le monde tout entier et les gestes qu'exige sa machine complexe sont si variés qu'il peut être fait appel, dans l'exercice de son métier, à chaque partie de lui-même. Son outil, malgré son unité finale, est composé d'un nombre toujours plus grand d'éléments distincts qui en font une sorte d'usine volante et les formes qu'il peut prendre, en fonction des performances nouvelles et des missions à accomplir, sont infinies. Entre l'hélicoptère permettant l'observation détaillée d'un point du sol et la fusée de haute altitude qui permet de prendre une vue d'assez haut pour mettre en évidence la courbure de la Terre, tous les intermédiaires sont possibles.

Dans le tableau rapide de la découverte aérienne donné dans cet ouvrage, nous nous en tenons à la vision directe et à l'interprétation de la vision enregistrée (photographiquement ou d'une autre manière) dans quelques applications choisies. Des moyens beaucoup plus puissants, mis au point chaque jour par les inventeurs, nous révéleront bien d'autres mystères. Les détecteurs magnétiques permettant de « sonder » le sous-sol d'une région survolée, ou de contribuer au contrôle des variations du champ terrestre, les appareils enregistreurs de toutes sortes montés sur les fusées V2, nous en donnent quelques exemples.

Plus étranges encore sont les révélations du radar dont l'emploi dans certains cas rend à l'aviateur la vision du sol dans la nuit ou dans la brume. Les applications guerrières de cette possibilité nouvelle ont pris parfois un aspect monstrueux. Un avion de chasse de nuit tirant sur un adversaire « vu » seulement sur un écran spécial ou une escadre de bombardement détruisant une ville à travers une couche épaisse de nuages sans pouvoir être décelée par les victimes. Dans la paix le radar révèle au cartographe des contours du sol difficiles à observer ou au météorologiste la forme d'un orage. Les éléments, de toutes parts, dévoilent leurs aspects cachés.

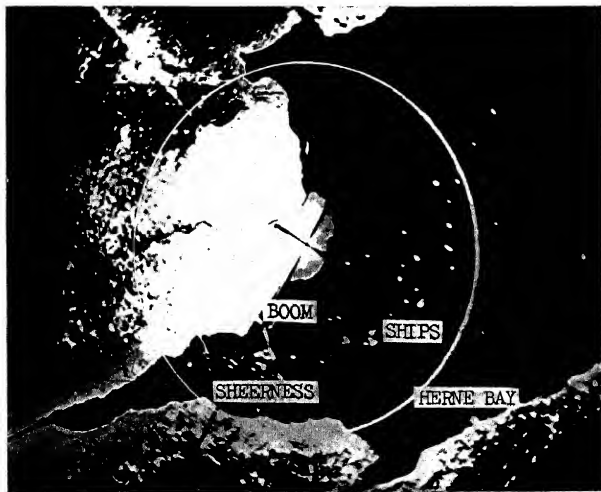
La découverte aérienne, même limitée à la vision directe ou enregistrée, a un domaine sans bornes ; elle a les aspects les plus divers ; elle peut développer des qualités multiples ; elle suggère dans des secteurs voisins du sien des prolongements indéfinis. Ces premières remarques vont nous amener à mettre en relief deux de ses traits fondamentaux. D'une part, touchant à trop de choses, elle n'a pas de domaine propre. Elle est une méthode au service de nombreuses sciences, principalement de celles qui observent la couche superficielle du



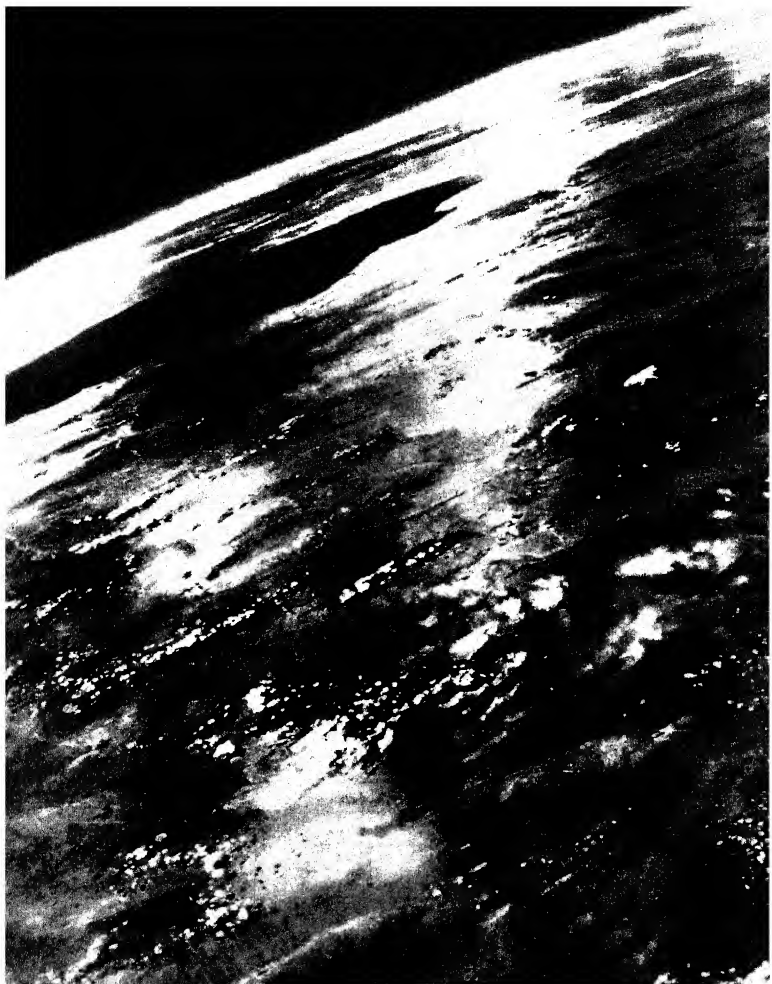
Photo Bayol.

L'aviateur, sur un avion assez rapide et maniable, peut contourner les cumulus, suivre les allées blanches monumentales d'une mer de nuages, dans un monde qui semble lui appartenir comme son domaine propre, un monde dont lui seul connaît les lois, un monde de jeu et d'aventure dont il possède les clefs.

Photo Keystone.



Le radar permet à l'aviateur d'avoir une représentation exacte du sol, même de nuit ou par temps de brume. Cette vue de l'estuaire de la Tamise sur un écran radar monté sur un avion, montre que l'équipage peut se guider au moyen des détails qui apparaissent sur l'image et même, en temps de guerre, effectuer des visées sur les objectifs choisis.



U. S. I. S.

La Terre photographiée à 160 km. d'altitude. En haut, à gauche, le golfe de Californie large d'environ 100 km.



Official U. S. Navy Photo.

La surface de la Terre photographiée à 135 km. d'altitude. Le terrain d'essais de White Sands forme une tache claire à droite.

sol et les phénomènes qui s'y produisent. Elle augmente leurs possibilités, leur ouvre des horizons nouveaux. D'autre part, elle fait progresser les découvertes par l'hypothèse, le contrôle, la comparaison, la synthèse plus qu'elle ne donne à elle seule un fait certain. Son intérêt principal réside dans une vision des choses observées sous des angles nouveaux et variables.

Comment la terre apparaît-elle donc à l'aviateur ? Quelles questions peut-il poser au savant et dans quelle mesure celui-ci peut-il lui répondre ?

LA VISION AÉRIENNE

Nous pouvons, dès aujourd'hui, contrôler par la photographie la rotondité de la Terre. Bientôt sans doute nous pourrions examiner à loisir sur un seul cliché le contour entier de la planète. Avant que se réalise la navigation inter-sidérale, les caméras montées sur les engins à réaction ont permis aux savants américains d'obtenir des assemblages de vues aériennes couvrant plus de 800.000 kilomètres carrés. Le golfe de Californie y apparaît comme une simple crique et des villes de millions d'habitants comme des détails difficiles à distinguer. La ligne d'horizon de ce paysage monumental est une courbe accusée. La Terre est bien ronde. Sans doute les navigateurs depuis Colomb n'avaient pas attendu ces moyens de contrôle et nous étions déjà certains de ce fait pour de multiples raisons. Mais en dehors même des progrès purement scientifiques réalisés grâce à ces observations, pourquoi, si tout le monde est si satisfait des anciens procédés de vérification, voit-on la foule se précipiter avec avidité vers le spectacle de la courbe de la Terre vue d'en haut ?

Nous reviendrons sur cette remarque de psychologie sociale. Descendons, pour l'instant, jusqu'à des altitudes plus accessibles. La surface de la Terre va nous apparaître successivement, en plan, à des échelles diverses. A dix mille mètres au-dessus de la Corse, l'aviateur pourra vérifier, à l'œil nu, que le contour de l'île dessiné par les cartographes sur le papier en réunissant les résultats de diverses séries d'observations et de calculs, est bien exact. L'avion lui donne d'un seul coup une vue synthétique dont l'élaboration scientifique a coûté des vies de travail aux chercheurs patients.

Au-dessus du continent, les ombres marquent les arêtes vives des montagnes, et la fine mosaïque des pâturages et des labours enchevêtrés est soulignée par les lignes rigides des voies ferrées, ou rehaussée par les dessins fantaisistes des fleuves, les taches claires ou sombres des eaux dormantes. Des bourrelets de nuages d'un blanc éclatant se rassemblent ou se dispersent, laissant entrevoir des villes fumeuses où brille brutalement la facette illuminée d'une vitre en plein soleil. D'autres nuages plus légers promènent sur le sol des taches aux contours mobiles. C'est l'altitude des grands ensembles, des vues générales, des comparaisons suggestives. Toute une vallée des Alpes apparaît dans le contexte géographique qui en fera comprendre les modes d'implantation humaine. Ailleurs le bassin d'un fleuve est dessiné en quelques instants.

A deux mille mètres, le pont qui barre le fleuve appelle le village ou la ville qui s'installe au croisement de la route de terre et de la route d'eau. Le tracé des rues se précise, les maisons prennent leur individualité, des points noirs apparaissent dans les champs. Ce sont les meules ou les instruments des hommes. La Terre est plus proche. A la peau rugueuse de sa surface, au relief dur comme celui d'une carapace de bête énorme, se substitue un milieu vivant où l'homme prend sa place. C'est l'altitude des paysages, celle où l'on voit se partager les domaines de la nature libre et de la nature domestiquée.

C'est à cette altitude aussi que l'aviateur peut, sur un avion assez rapide et maniable, s'amuser à contourner les cumulus, à suivre les allées blanches monumentales d'une mer de nuages, dans un monde qui semble encore lui appartenir comme son domaine propre, un monde dont lui seul connaît les joies, un monde de jeu et d'aventure dont il possède les clefs. La Terre y apparaît et disparaît d'un instant à l'autre, changeant d'aspect entièrement dans une lumière différente. Les éclairages obliques, les reflets sur la mer, sur les chaînes montagneuses, au lever du jour et au coucher du soleil en particulier, font découvrir toute une esthétique nouvelle, dont les formes vont se préciser en se rapprochant du sol.

A quelques centaines de mètres au-dessus d'un lac, l'eau apparaît, suivant la direction de la lumière et la position de l'avion, comme une surface brillante ou comme une masse noire, ou souvent encore comme un miroir aux reflets multiples. Le même dessin des berges observé de l'avion venant du nord ou venant du sud se présente dans deux perspectives si différentes que le jeune pilote fait souvent des confusions de repérage. Une ville à contre-jour, dans une légère brume, donne l'impression d'un décor, les maisons les plus hautes se découpant en foncé sur l'ensemble grisâtre ou laiteux de l'agglomération, tandis qu'en lumière directe tous ses détails ressortent distinctement.

Lorsque le soleil pompe l'eau de la terre humide, l'aviateur voit parfois se former dans l'air des voiles légers qui sont les nuages en formation. Il trouve par eux un contact plus direct avec la terre et l'air tout à la fois et ressent l'impression étrange de faire corps avec tout le mouvement des éléments en déséquilibre. Souvent aussi, sous une couche de nuages bas, il découvre difficilement sa route, franchissant des « rideaux » de brume qui paraissent pendre de la masse des nuages. Lorsque le soleil réussit à percer, un instant, tous ces écrans entremêlés, surtout dans les teintes rouges du soir, c'est un brusque éblouissement dont on ne peut s'empêcher d'être saisi, malgré les difficultés du vol dans de telles circonstances.

Un autre aspect esthétique de la vision aérienne est dû au développement des paysages sur un plan horizontal encore inhabituel à l'œil. Dans quelques décades, nos successeurs s'amuseront de nos étonnements devant ces formes qui leur seront familières. Gardons, pendant qu'il est encore temps, la naïveté et la jeunesse de notre âge d'exploration. Regardons, par exemple, ces terres labourées à la machine en larges bandes incurvées, dont les couleurs contrastées s'op-



Photo Roger Henrard

Paris vu à travers les nuages. Des bourrelets de nuages d'un blanc éclatant se rassemblent ou se dispersent, laissant entrevoir des villes fumeuses, où brille brutalement la facette illuminée d'une vitre en plein soleil.

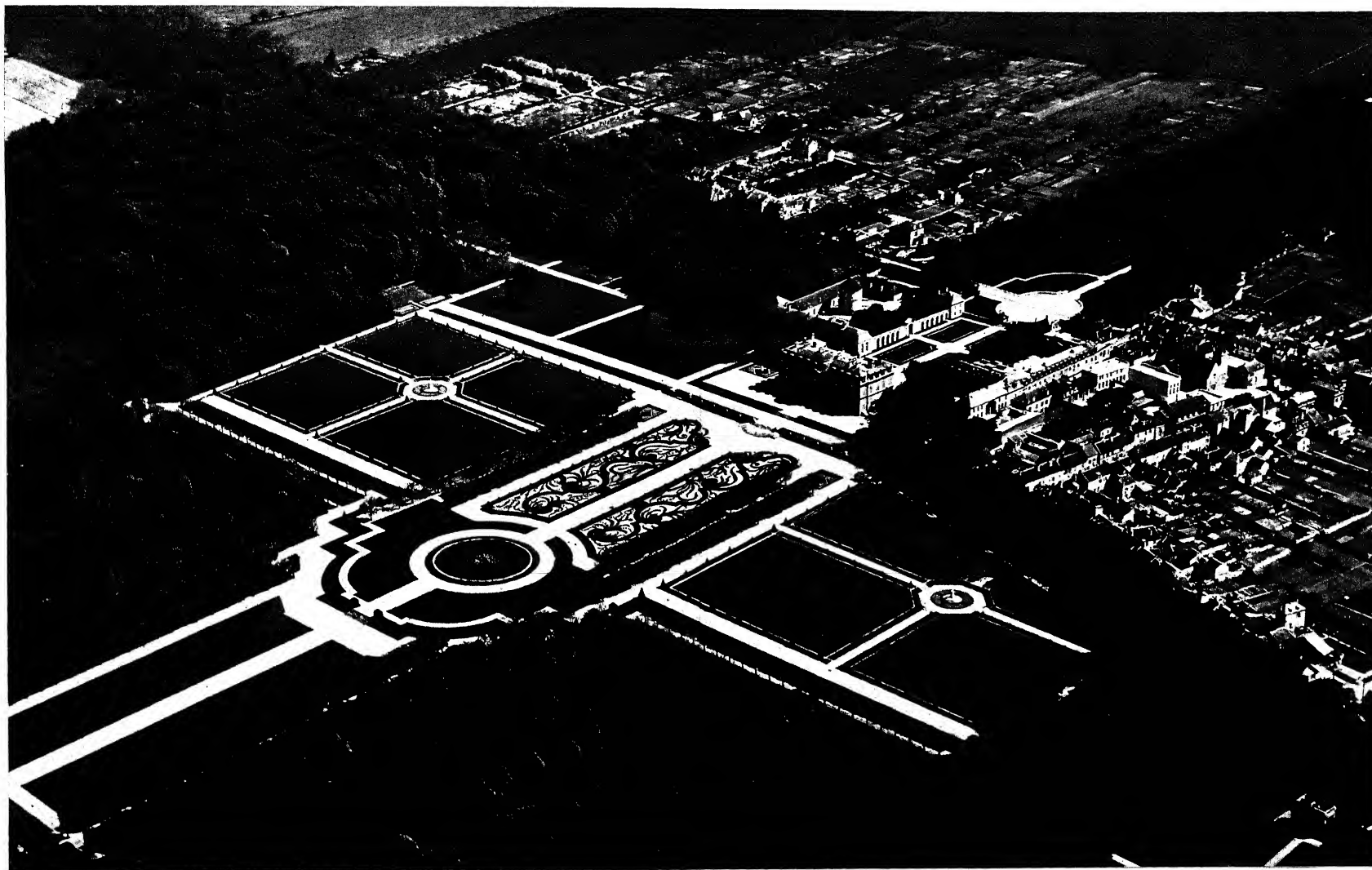


Photo Bayol.

Château de Champs (Seine-et-Oise). Le dessin d'un tapis, comme l'a fait remarquer l'archéologue anglais Crawford, n'apparaît pas à un observateur couché par terre, dont l'œil se trouverait seulement à deux ou trois centimètres au-dessus du sol. Il aperçoit les laines qui se dressent plus ou moins régulièrement à la surface, mais il n'a pas assez de recul pour juger de l'effet d'ensemble... Grâce à la vue aérienne, nous percevons d'une manière directe le dessin d'un jardin à la française,



Photo Compagnie Adrienne de Photographie.

Condé-sur-Noireau (Calvados). Le développement des paysages sur un plan horizontal offre à l'œil une vision inhabituelle.

posent sur la photographie. La nature et le travail de l'homme se sont rejoints ici pour créer des proportions heureuses et découvrir une harmonie de lignes et de couleurs qui nous émeut. Vu à plat, ce carroyage de champs de teintes variées, tantôt dessinant des contours très libres, tantôt s'arrêtant sur des angles vifs, ressemble aux recherches d'un artiste cubiste. La découverte aérienne ne se limite pas à la science. L'art aussi lui emprunte des suggestions.

La maison de l'homme se distingue alors dans ces paysages avec toute sa netteté. L'aviateur, découvrant un chalet au milieu d'une clairière, un hameau dans un creux de vallée, semble commettre une indiscretion. Les rues du village et les grandes artères de la ville vivent sous son regard des vies bien différentes, et les fermes cachées dans les bocages laissent surprendre leurs visages intimes. Descendant plus bas encore, il peut, dans un appareil assez lent, saisir sur le vif des scènes de la vie des animaux sauvages rarement visibles au sol. Le troupeau d'éléphants dans la savane, le groupe d'hippopotames dans un fleuve n'ont pas le temps de se disperser avant d'avoir été vus dans leur mouvement naturel, ou même fixés sur la photographie. A plus forte raison leurs traces sur le sol sont-elles faciles à étudier. Ce sont tous les détails de la vie sur la terre qui s'ordonnent maintenant dans la vision de l'aviateur. Les aspects de cette vision que nous avons essayé de décrire dans leur fantaisie nous permettront de mieux saisir les qualités particulières que nous pourrons utiliser en elle pour la découverte.

La vision à la verticale est une acquisition dont nous n'avons pas encore mesuré tous les avantages. Pour mettre l'un d'entre eux en valeur, l'archéologue anglais Crawford donnait une comparaison suggestive. Le dessin d'un tapis, faisait-il remarquer, n'apparaît pas à un observateur couché par terre dont l'œil se trouverait seulement à deux ou trois centimètres au-dessus du sol. Il aperçoit les laines qui se dressent plus ou moins régulièrement à la surface, mais il n'a pas assez de recul pour juger de l'effet d'ensemble. Il en est de même, à une autre échelle, de la Terre que nous voyons tantôt à hauteur d'homme à 1 m. 50 du sol, tantôt à 5.000 mètres en avion. Cela est évident et simple.

Si nous prenons maintenant comme point de comparaison, au lieu du tapis de Crawford, un jardin à la française nous percevons d'une manière plus directe encore notre nouveau privilège. Le dessin que l'artiste avait conçu et fixé sur un papier pour permettre au jardinier de réaliser son projet, apparaît aujourd'hui seulement avec toute sa netteté dans des dimensions réelles. Les architectes du grand siècle ont travaillé pour la joie des yeux des hommes de la machine.

Nous avons vu que la vision verticale nous permettait de prendre un recul beaucoup plus grand puisqu'elle nous permettait de voir la terre d'assez loin pour observer sa rotondité. Mais plus simplement elle permet à de nombreuses sciences qui étudient la surface du globe de voir directement le sujet de leur

étude, non plus par petites fractions mais dans son cadre vrai, à l'altitude qui convient le mieux à leurs observations. Elle n'a pas seulement transformé les méthodes de travail des cartographes qui sont plus que tous les autres intéressés par elle, puisque leur but a été jusqu'ici de la réaliser sur le papier sans pouvoir en jouir dans la réalité. Elle ouvre des horizons ou permet des contrôles utiles à bien d'autres spécialistes. C'est leur travail qui fait l'objet propre de ce livre.

La possibilité de faire varier l'angle sous lequel on regarde un objet, aussi bien dans le plan vertical que dans le plan horizontal, est un autre apport précieux. L'urbaniste rural, qui étudie la structure d'un village, doit observer l'enfilade des maisons d'une rue à une certaine altitude et sous un certain angle. De même l'archéologue étudiant un site intéressant ou le géologue cherchant à repérer la disposition de couches de terrains dans un pays de montagne. Dans tous ces cas la vision verticale et la vision oblique se complètent pour rendre de plus en plus clair l'objet de l'observation.

Les objets et les phénomènes qui intéressent l'un de nos spécialistes sont parfois très éloignés les uns des autres. Ils peuvent aussi se présenter sur des surfaces si grandes que même la vision aérienne ne peut en donner un aspect d'ensemble à moins de s'élever trop haut pour pouvoir rien discerner. L'avion permet dans ce cas de se déplacer assez rapidement d'un point à l'autre pour que la vue générale apparaisse ou que des comparaisons immédiates s'imposent. Ainsi l'agronome peut-il facilement survoler à diverses reprises dans la même journée des pays de champs ouverts et des pays de champs clos où les structures agricoles différentes se présentent sur le territoire français. Ainsi le géographe peut-il suivre dans son cours un long fleuve sur les berges duquel vivent des groupements humains de diverses sortes, dans des conditions variant suivant la portion du lit étudiée. L'avion donne au savant une liberté encore inconnue dans son travail.

L'OBSERVATION MÉTHODIQUE

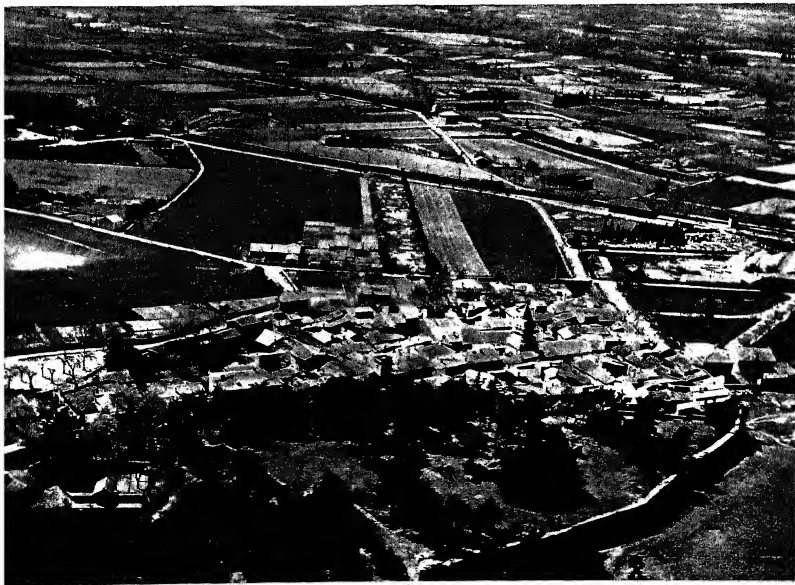
La vision aérienne peut être prolongée par des instruments qui en augmentent l'étendue, la portée ou l'acuité. Elle se rapproche, par des intermédiaires variés, de moyens de détection qui en sont apparemment très éloignés. Ainsi, la vision du géologue est prolongée par la détection magnétique du sous-sol caché dont la vision directe ne lui permet de distinguer que des indices apparents à la surface. Ainsi surtout, le radar, auquel nous avons fait allusion. En reprenant notre comparaison entre l'observation aérienne et l'étude des infiniment petits, le radar joue un rôle semblable à celui du microscope électronique. Dans l'un et l'autre cas la vision est prolongée en faisant intervenir, dans la transmission de l'image entre l'objet et l'œil, des ondes différentes des ondes lumineuses.

Dans ces différents cas la vision aérienne est enregistrée par un instrument. Mais l'enregistrement qui nous intéresse le plus directement dans notre

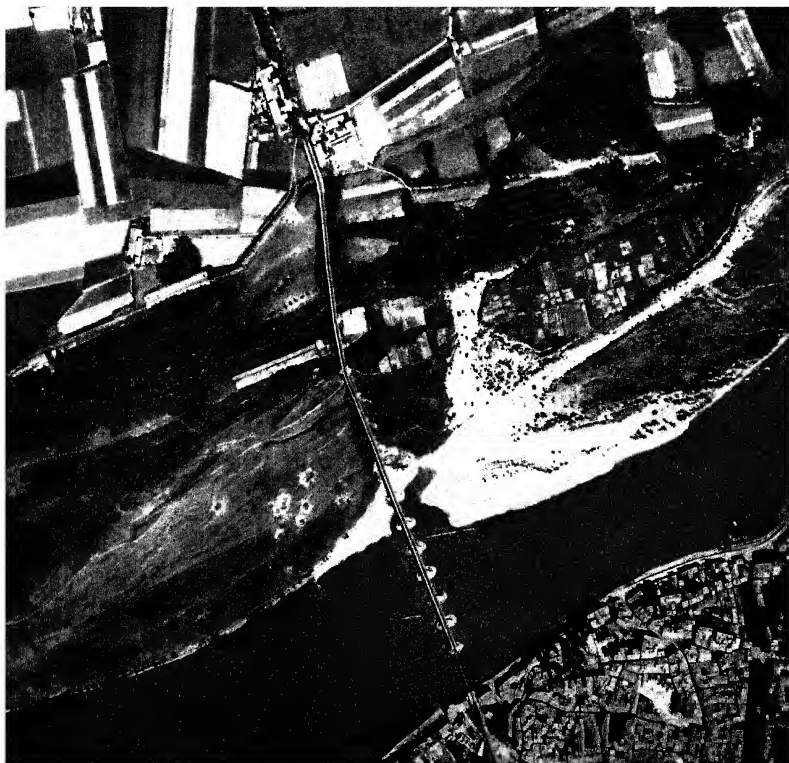


Photos Armée de l'Air - 33me Escadron.

Village de Donzères près de Montélimar, pris sous
deux angles différents par le même appareil.







*Photos Ministère des Travaux Publics
Institut Géographique National.*

Une même région vue à la verticale à trois altitudes différentes : Pont-Saint-Esprit dans le Gard. Sur la première vue la bourgade se situe dans l'ensemble de son cadre géographique. On voit nettement sa position clef à l'endroit où le pont permet de traverser la rivière, ainsi que la structure agricole du pays. Sur la deuxième on peut en étudier le plan groupé et voir comment les chemins aboutissent aux rues. Avec la troisième enfin, on peut entrer dans les examens de détail, jusqu'au tracé du plan des fermes, la disposition des maisons, etc.



*Photo G. Massie.
Missouri State Dpt of Resources and Development.*

Le « Lake of the Ozarks » (Etats-Unis), une des plus grandes étendues d'eau du monde constituées par l'homme. Les procédés photomécaniques ordinaires ne permettaient pas aux rayons lumineux de pénétrer au travers de la dense brume bleue qui, la plupart du temps, couvre cette région, dont une faible partie seulement est vue ici. L'utilisation de plaques à émulsions sensibles à l'infrarouge a rendu possible cette photographie prise à 3.000 mètres d'altitude. Un pont relie les deux rives, à peine discernable, comme une mince ligne blanche, à droite.

étude est évidemment la fixation de l'image sur la pellicule photographique. Les problèmes techniques que posent les prises de vues sont trop nombreux et trop complexes pour que nous puissions en tracer maintenant un tableau même très rapide. Nous avons préféré rassembler, à la fin de ce volume, quelques notions essentielles sur la question dans des articles traités par des spécialistes.

L'utilisation pratique des documents photographiques pose des problèmes non moins complexes. Une vue aérienne verticale demande à être lue et interprétée par des personnes entraînées et, si on veut l'utiliser pour des mesures précises, à être redressée. Le manque d'habitude de voir le sol à la verticale et la difficulté qui existe à reconnaître des objets sans leurs couleurs habituelles et sous des aspects généralement invisibles, demandent, pour les usagers des documents, un apprentissage dont la longueur dépend des résultats recherchés. Il peut être très rapide pour la plupart des disciplines scientifiques si les spécialistes de celles-ci veulent bien travailler en liaison étroite avec des professionnels de l'interprétation. D'autre part, l'image fixée sur la pellicule déforme la portion du sol photographiée pour des raisons multiples dont nous en indiquerons seulement trois ici pour mieux faire comprendre les chapitres suivants.

Tandis que les contours du sol à la verticale de l'avion sont rendus exactement sur le milieu du cliché, les lignes qui se trouvent en marge sont déformées par la perspective. Seul le centre du cliché représente une vision verticale exacte, les bords sont déjà des vues légèrement obliques. L'échelle n'est plus respectée exactement. D'autre part, l'objectif, comme dans tout appareil photographique, déforme toujours les images des objets dans une proportion qui est connue. Ce défaut appelé « distorsion » peut également être corrigé. Enfin il est rare que la surface de la pellicule soit exactement parallèle au sol au moment de la prise de vue, d'où une autre déformation due à l'inclinaison de l'axe optique sur la verticale. Par l'effet de la perspective, l'échelle sera plus grande sur un côté de la photo que sur l'autre. Il faut prendre une nouvelle vue du premier cliché en le remplaçant dans les conditions où il aurait dû être théoriquement.

Une série de vue aériennes d'une même région, prises dans des conditions voulues, peuvent être assemblées pour former une sorte de très grande photographie d'ensemble. Lorsqu'il s'agit d'études s'attachant aux formes du terrain et ne demandant qu'une précision très relative dans les mesures, cet assemblage peut être réalisé sans redressement si les vues ont été prises dans des bonnes conditions. La même opération faite dans le but de l'établissement d'une carte demande un travail très long et très complexe. C'est l'objet de la science spéciale qu'on appelle la photogrammétrie. Dans la plupart des disciplines dont nous parlerons dans les chapitres suivants, les vues utilisées sans redressement ou soumises à un redressement sommaire ont une importance capitale. Nous aurons donc à étudier surtout les assemblages du premier type. Redressées ou non, les vues aériennes ont un grave défaut : elles sont « plates ». Le relief, malgré les contrastes d'ombres et de lumières, y apparaît mal. Le géographe qui en atten-

duit des révélations pour son art se trouve déçu devant elles. Il faut à tout prix qu'il puisse rendre au paysage sa profondeur. La stéréoscopie va répondre à ses exigences et les dépasser, car il pourra, grâce à elle, non seulement retrouver l'impression du relief, mais la rendre d'une manière exagérée si cela est nécessaire. Aussi toute photographie aérienne verticale doit être interprétée à l'aide d'un stéréoscope, sous peine d'en perdre l'un des principaux bénéfices.

LES DIVERS DOMAINES DE LA DÉCOUVERTE AÉRIENNE

Les différentes couches qui enveloppent le globe sont maintenant l'objet de sondages méthodiques entrepris par les physiciens et les météorologistes avec l'aide des engins aériens. On a comparé ces couches à celles d'un océan de l'Air dont le fond serait la Terre et la surface la région où commencent les espaces extérieurs. Entre les deux se situent la Troposphère sur une profondeur de 15 kilomètres, puis la Stratosphère qui atteindait 50 kilomètres et enfin la Ionosphère, zone des atomes ionisés qui réfléchit les ondes radio et s'élèverait jusqu'à plusieurs centaines de kilomètres.

Progressivement les ballons sondes, les ballons libres, les avions stratosphériques, les fusées permettent d'acquérir une connaissance de plus en plus claire des diverses couches et des phénomènes qui s'y produisent. L'étude de l'air, à elle seule, nous donne un exemple frappant de l'apport de la découverte aérienne à une science telle que la météorologie. Les aviateurs entraînés spécialement que les Américains ont utilisés pour contrôler les orages dans les mers des Caraïbes, sont des témoins spectaculaires de cette collaboration. Mais chaque pilote a le souvenir des surprenantes visions qui l'ont frappé dans une bourrasque, en marge d'un système nuageux, en contournant des grains. Le spécialiste du planeur qui cherche un cumulus, sous lequel il sera comme aspiré par un courant ascendant, acquiert dans ce genre de voyages des connaissances pratiques de météorologie, voit les phénomènes atmosphériques sous des angles nouveaux et devient un collaborateur indispensable du savant pour le mettre sur des voies nouvelles d'études ou lui permettre des vérifications directes.

La Terre, l'Eau et la vie qui se manifeste à la surface du globe nous arrêteront plus longuement. Si l'utilisation de la photographie aérienne dans l'établissement des cartes ou dans celui des relevés cadastraux et des plans urbains pour l'architecture est un domaine à la fois trop connu et trop complexe pour que nous ayons à l'aborder, il reste au géographe, au géologue, à l'hydrographe, des champs assez vastes pour que nous nous limitons à la présentation de quelques-uns de leurs procédés de recherche. L'hydrographe peut, par exemple, détecter sur les plaques photographiques les tracés des hauts fonds marins, suivre les courants ou noter les remous provoqués par des têtes de roches entièrement noyées. Le géographe ne peut plus se passer des vues aériennes d'une région dont il étudie la topographie et le géologue y repère immédiatement la limite des terrains alluvionnaires foncés d'un bassin fluvial au milieu des surfaces claires des



foto Bayol.

Les éclairages obliques, les reflets sur la mer, sur les chaînes montagneuses, au lever du jour et au coucher du soleil en particulier, font découvrir toute une esthétique nouvelle.



Photo Mittelholzer-Swissair.

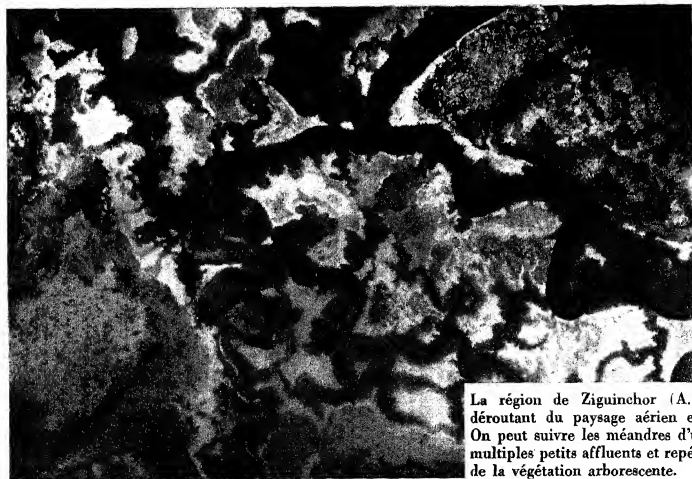
Vue du Spitzberg.



L'assolement par bandes dans la Caroline du Sud aux Etats-Unis. Les couleurs contrastées de ces terres labourées en larges bandes incurvées s'opposent sur la photographie par l'alternance des cultures de coton et de céréales.

Photo U. S. I. S.

Photo Ministère des Travaux Publics. I. G. N.



La région de Ziguinchor (A.O.F.). Un aspect déroutant du paysage aérien en vision verticale. On peut suivre les méandres d'un fleuve et de ses multiples petits affluents et repérer l'éparpillement de la végétation arborescente.



Photo L. P. V. A. - Charbonnages de France.

Deux aspects de la marque de l'homme dans la civilisation de la machine. La cité ouvrière de Merlebach, dans le bassin houiller de Lorraine.



Photo U. S. I. S.

Un croisement de routes automobiles aux Etats-Unis à Long Island, près de New-York.



Le lac d'Aiguebelette. A quelques centaines de mètres au-dessus d'un lac, l'eau apparaît, suivant la direction de la lumière et la position de l'avion, comme une surface brillante ou comme une masse noire, ou souvent encore comme un miroir aux reflets multiples. Le même dessin des berges observé de l'avion venant du nord ou venant du sud, se présente dans deux perspectives totalement différentes.



Photos Armée de l'Air - 33me Escadre.



Chameaux dans le Sahara. La terre semble avoir tout perdu et se présenter dans la pauvreté totale que l'homme a fui, cependant, la ligne d'une caravane rappelle qu'ici même la vie subsiste encore.

Photo Armée de l'Air - 33me Escadre

terrains calcaires environnants. Les spécialistes de biogéographie pourront étudier d'une manière nouvelle les plantes et les animaux dans leurs rapports avec leur cadre naturel. Des exemples aussi divers que l'établissement de la carte de la végétation de la France grâce à la photographie aérienne du tapis végétal ou le repérage des bancs de poisson en Océanie, montrent la richesse de ces possibilités ainsi acquises. Mais il n'est pas temps de les révéler toutes. Le lecteur trouvera dans l'étude de M. Marthelot le guide dont il a besoin.

Nous découvrirons ensuite l'homme dans ce milieu de vie qui aura été décrit. L'aviateur rencontre l'homme par la marque qu'il imprime sur le sol. Le paysage que son frère a façonné lui rend, sur sa route, la terre plus familière. Il suit les péripéties de sa conquête progressive dans les régions les plus diverses. Tantôt il montre à l'éthnographe, comme nous l'indiquera M. Marcel Griaule, l'habitat élémentaire d'une population africaine très proche de son cadre. Tantôt il aide le spécialiste de la géographie humaine à suivre les modifications de la structure agraire et ses conséquences sur la vie sociale. Tantôt enfin il présente à l'économiste et à l'urbaniste un tableau saisissant de l'emprise du monde industriel sur la terre. C'est une vaste fresque de la vie humaine dans son état actuel qui se déroule devant lui et qu'il livre à l'étude des chercheurs.

* * *

Les traces qu'ont laissées les étapes de cette conquête vont lui permettre ensuite de mieux mettre en relief les diverses civilisations qui se sont succédées à travers les âges ou qui s'opposent encore à notre époque. A l'archéologue, l'aviateur montre, par la vision directe ou sur des clichés pris dans les conditions voulues, des détails du sol invisibles à terre ou lui permet de dresser immédiatement le plan sommaire d'un site important qu'il est en train de fouiller. Il contribue ainsi à développer la connaissance du passé et des civilisations disparues. A l'historien de l'art et au sociologue, dont nous parlera M. Parent, il dévoile des monuments et des villes, des aspects qu'ils n'avaient pas encore envisagés. Les civilisations qu'on a l'habitude de définir d'après une technique particulière (civilisation de la houe), une langue, un système juridique et politique (civilisation romaine), une religion (civilisation musulmane) trouvent ici de nouveaux points de comparaison ou tout au moins l'occasion de les observer d'une façon nouvelle. C'est ainsi que nous pourrions mieux situer la nôtre à laquelle la pratique de la vision aérienne apporte un caractère original de plus.

Ce tableau de la vie humaine dans son cadre nous fait revenir sous un éclairage plus vif à la vue synthétique de l'histoire de l'homme dont nous sommes partis.

De plus en plus vite nous bouclons le tour de la Terre et les deux antipodes se rapprochent dans une vision chaque jour plus familière. La Terre vue de l'extérieur, la Terre parcourue assez rapidement pour que nous puissions la voir comme un seul paysage immense, voilà une image de notre domaine qui va nous aider à mieux nous situer dans le monde et à mieux nous comprendre. Si l'auto-connaissance, si la prise de conscience de la démarche de son intelligence est la distinction fondamentale entre l'homme et l'animal dans les séries de l'évolution, la découverte aérienne nous apporte une contribution capitale pour son approfondissement. L'homme dans son milieu naturel, dans son environnement, la société s'exprimant dans le cadre qu'elle s'est aménagée, l'humanité comme un tout organique tenant une place apparente à la surface du globe, le cosmos enfin auquel nous participons, vont être saisis avec moins d'obscurité.

Les psychologues et les éducateurs ont attaché une importance de plus en plus grande ces dernières années à l'étude du milieu pour expliquer la mentalité des hommes vivant dans une région déterminée. L'enfant se forme dans un cadre physique, biologique, social dont il ne se distingue pas entièrement. Pour qu'il puisse s'y développer harmonieusement, il doit le connaître et l'éducateur doit pouvoir l'y guider. En tant qu'ils sont dépendants d'un milieu extérieur ressortant clairement sur une vue verticale, l'évolution psychologique de l'homme et son comportement vont donc trouver une place dans la vision aérienne.

Quel émerveillement le paysan de France ne manifeste-t-il pas devant le dessin des champs, le plan du village, l'aspect nouveau des bosquets familiers découverts dans une seule vision sur la photographie aérienne ! Comme le fait remarquer Marcel Griaule, pour le cultivateur africain, la carte, dans sa sécheresse, ne parlera jamais de la même façon que ce tableau vivant du paysage au lecteur qui n'a pas l'habitude des représentations figurées. C'est seulement sur la photographie, ou dans la vision directe s'il monte en avion, que l'homme de la campagne, ou celui qui cherche à le comprendre peuvent examiner de l'extérieur, comme un tout, la terre, la vie, la marque de l'homme qui font d'un « pays » un ensemble dont les éléments ne doivent pas être dissociés.

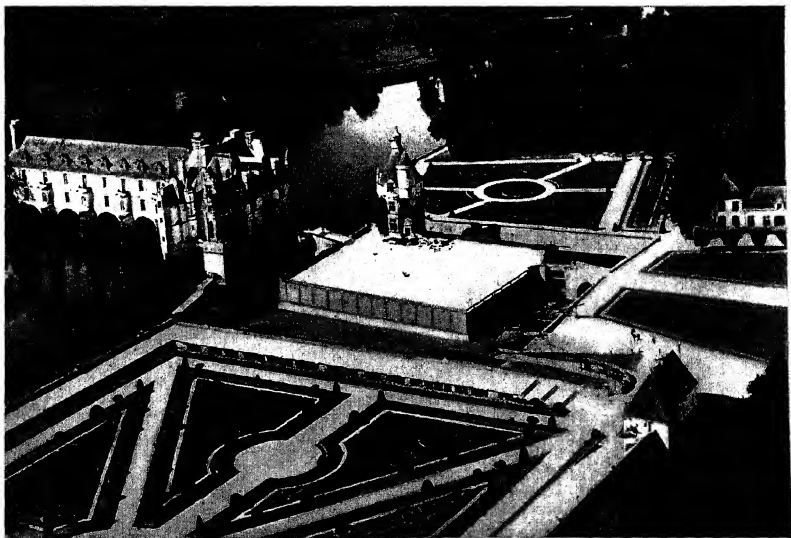
Sur la terre, où la forêt dispute à l'herbe la place conquise par l'agriculteur, on voit aussi la piste du lièvre croiser celle du sanglier, toutes deux arrêtées par la route droite de l'homme. Ailleurs la glace et la neige qui ont caché la terre, ont recueilli les traces du renne et du chasseur. Ailleurs encore la terre semble avoir tout perdu et se présenter dans la pauvreté totale que l'homme a fui. Mais les ronds noirs des tentes nomades et le pointillé de la ligne des chameaux d'une caravane rappellent qu'ici même la vie subsiste encore. L'aviateur qui survole ces paysages inconnus imagine les gestes divers des hommes qui les

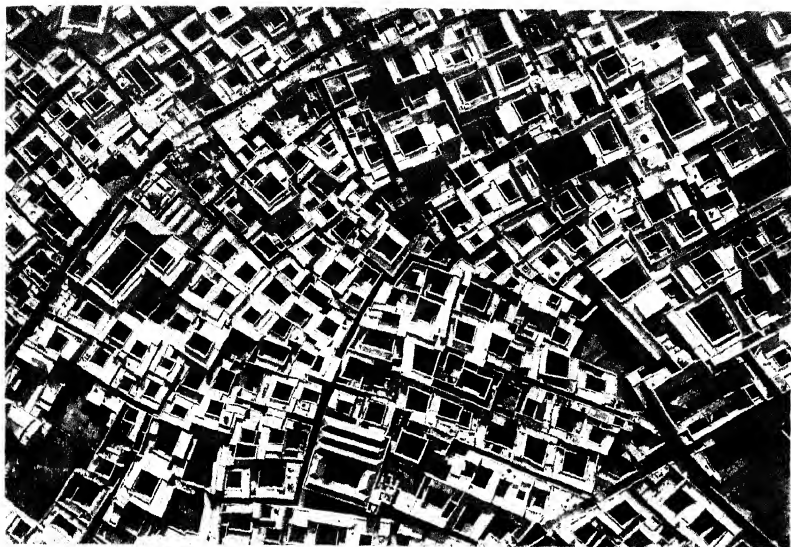


Photos S. C. A.

La cité de Carcassonne. Une ville à contre-jour, dans une légère brume, donne l'impression d'un décor, les maisons les plus hautes se découpant en foncé sur l'ensemble grisâtre ou laiteux de l'agglomération, tandis qu'en lumière directe tous ses détails ressortent distinctement.

Le château de Chenonceaux et ses jardins.





Trois conceptions du monde.

Photo L. Vogel.

La ville arabe : une vue verticale des maisons à terrasses et des cours intérieures de Marrakech.

Photo K. L. M.

Les vieilles villes européennes : Amsterdam.

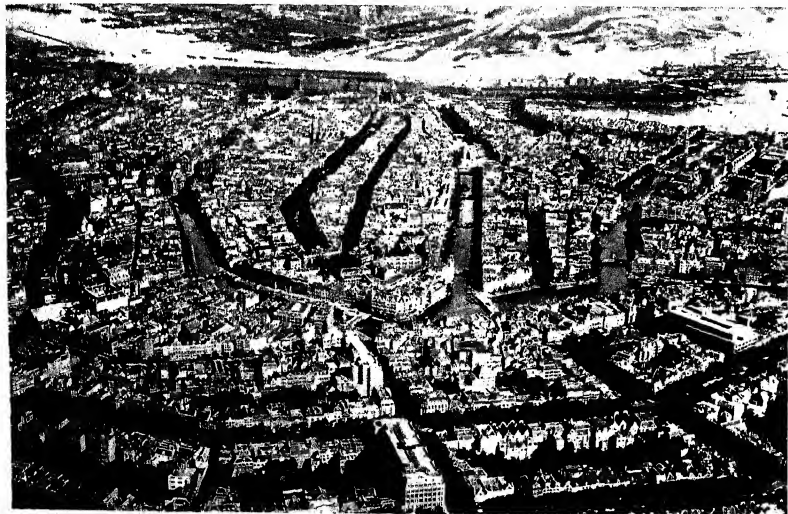




Photo S. C. A.

Paris.

Une ville issue de la civilisation industrielle : Cincinnati.

Photo U. S. I. S.





La vie animale et la vision aérienne : un trou-
peau de gazelles.

Photo New-York Times.

La psychologie des foules et la vision aérienne :
sur cette plage la foule apparaît à l'échelon d'une
fourmilière.

oto Associated Press.



façonnent et qui sont façonnés par eux, leurs habitudes, leurs manières de se nourrir, de se battre, de s'organiser socialement. Il les compare à ceux de son propre pays. Une vision complexe de l'humanité lui fait comprendre par quels chemins difficiles elle se dégage de la terre et du monde vivant d'où elle est issue.

Tout groupe humain a sa légende, son histoire, ses lois inscrites sur le sol en clôtures, chemins, tracés de maisons, plans d'édifices publics, jardins, contours de villes, fortifications. La terre garde longtemps cette écriture. Si elle n'apparaît pas au promeneur, elle est dévoilée plus clairement à l'homme de l'air qui en survole les derniers vestiges et l'interpréteur des photographies aériennes sert l'archéologue comme le traducteur des langues mortes collabore au travail de l'historien. A plus forte raison l'organisation sociale plus récente ressort-elle avec clarté dans la forme des habitats et leur regroupement. Les images en plan des civilisations s'opposent brutalement. Ce village de Nouvelle-Calédonie dont les deux voies parallèles, mais de dessin différent, sont réservées respectivement aux hommes et aux femmes, est très exactement comme l'a montré l'ethnologue Leenhardt le dessin du couple mélanésien. Comparons-le à la ville américaine dont les rues symétriques sont les témoins d'une pensée rationnelle et nous nous trouverons en présence d'un aspect saisissant d'un problème de contact des peuples et des races.

L'homme a vécu avec la Terre en patients échanges une longue et intime histoire. Puis il l'a progressivement transformée en éliminant en même temps les espèces végétales et animales qui gênaient son développement. La machine lui a permis de franchir la dernière étape de la conquête complète. Il modifie maintenant le cours des fleuves, corrige le relief, creuse la terre, change si complètement une région qu'il est impossible de voir sur plusieurs kilomètres rien qui soit naturel. La ville monumentale que Verhæren, en poète, appelait tentaculaire, est, dans la vision de l'aviateur, le signe de cette domination. Métropole sur laquelle il voit dans la journée converger les artères de la vie humaine, elle est, dans la nuit, symbole des groupes multiples qui s'y enchevêtrent et dont les lumières tantôt se séparent et tantôt se fondent pour former une immense nappe.

Cet énorme organisme humain dont nous pouvons de haut étudier la physiologie sur toute la planète, possède-t-il, comme le suggère le paléontologue Teilhard de Chardin, ce cerveau unique composé de tous les cerveaux individuels comme ceux-ci sont composés de cellules nerveuses ? Si nous voyons si clairement se dégager la biosphère au-dessus de la Terre qu'elle recouvre, peut-on reconnaître les traces de cette « noosphère » qu'il lui superpose ? N'est-ce pas dans la vision esthétique des monuments exprimant la pensée des civilisations diverses que nous la verrons se concrétiser ? Les styles, les symboles des plans, les perspectives des groupes d'édifices, l'expression des jardins se fondent dans une harmonie d'ensemble comme les parties intimes du terroir du paysan se regroupaient tout à l'heure dans une vue unique.

Car la vision aérienne joue non seulement sur l'effet du recul, de l'altitude, elle joue sur la vitesse qui nous permet de faire se succéder rapidement les

images jadis très éloignées. Les choses lointaines deviennent proches, celles de la Terre et celles de l'Univers. Cette humanité planétaire est solidaire du monde. Ayant déjà la prise de conscience qui devrait servir à rendre les hommes plus dépendants les uns des autres, ayant compris qu'une destinée unique englobait tous ses membres, elle doit se retourner, en quête de vie, vers d'autres astres.

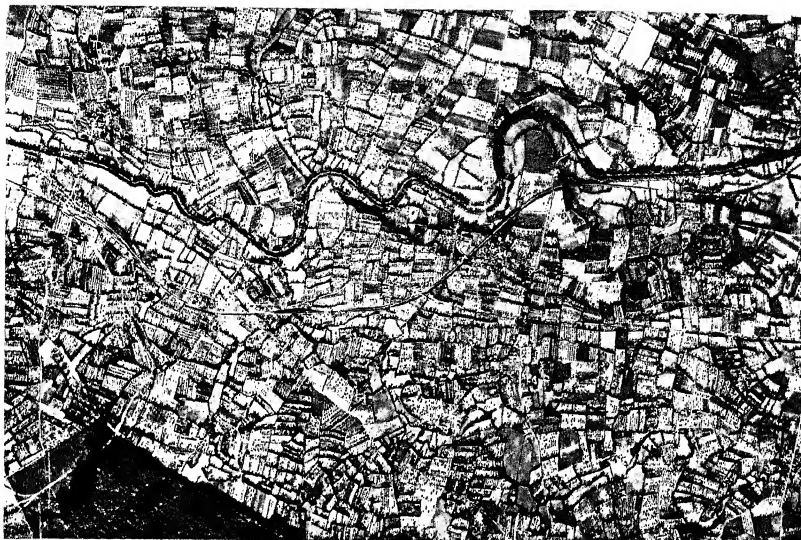
Mais avant d'entreprendre cette nouvelle plongée dans l'inconnu, cette nouvelle phase de l'exploration et de la découverte, elle est encore en travail et tourmentée. Sa vie est anarchique et souffrante. Ici, sur une partie malade de l'organisme, la guerre éclate et se répand dans tout l'être. Ailleurs des éléments faibles sont exploités par de plus forts. Aspirant à l'harmonie et à la liberté, les hommes cherchent les causes de leurs maux et les remèdes possibles. A quoi servirait sans cela cette marche obsédante sur les chemins de l'invention et de la découverte ?

PAUL CHOMBART DE LAUWE.



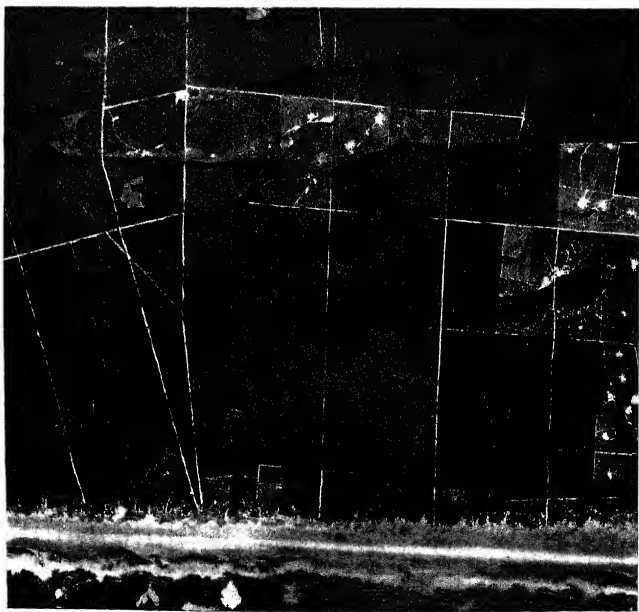
Photo Armée de l'Air - 33me Escadre.

L'abbaye d'Hautecombe, au bord du lac du Bourget (Savoie), saisie sous un aspect nouveau par l'objectif d'un appareil de reconnaissance. Le pilote du monoplace, frappé par une image fugitive, a effectué un passage en rase-mottes pour la fixer sur la pellicule sous l'angle le plus favorable.



Cheveigné-Betton, région de Rennes.

Photos Ministère des Travaux Publics - I. G. N.



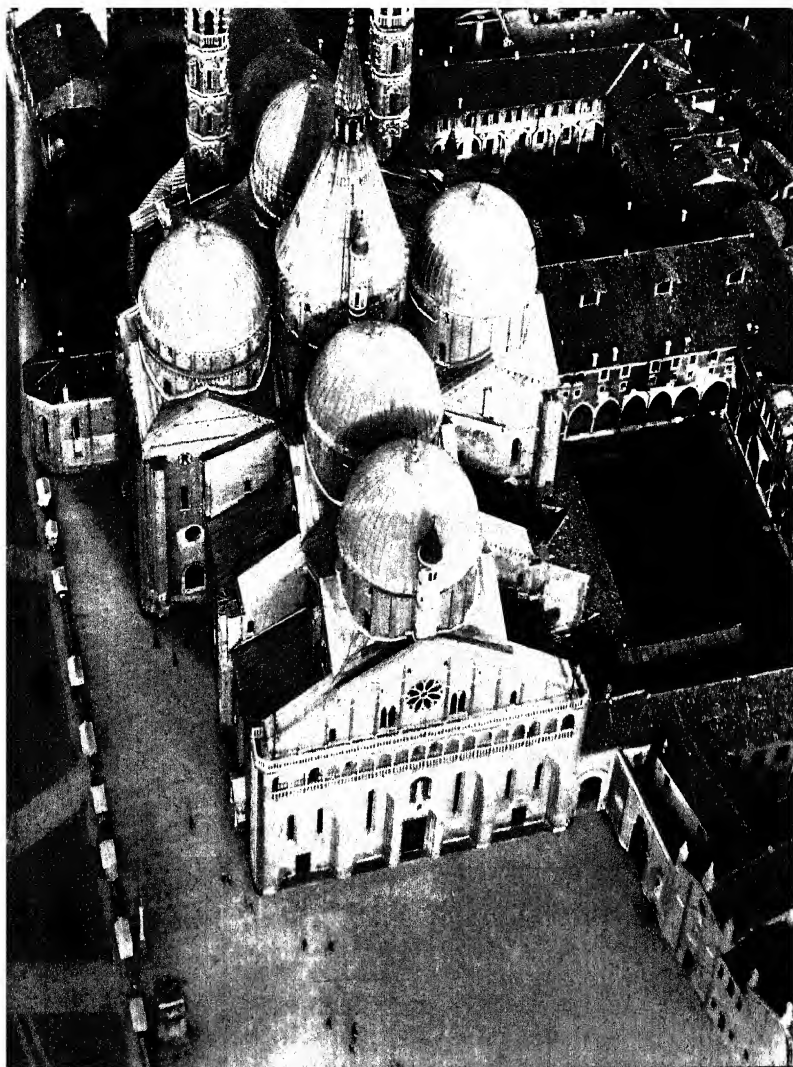
Forêt des Landes au sud de Mimizan.



Photo Armée de l'Air - 33me Escadre

Turenne (Corrèze).

Trois exemples d'étude dans des disciplines différentes : la mosaïque des champs cultivés, entourés de haies, dans un paysage de bocage; les dunes et la côte maritime de la forêt des Landes; un village de France.



La basilique de Padoue. La vision sous des angles inhabituels de monuments caractéristiques d'une époque et d'une civilisation contribue à nous faire mieux saisir la pensée qu'ils expriment.

Photo E. N. I. T.

L'EXPLORATION AÉRIENNE

L'exploration de l'espace est l'une des plus émouvantes époques de l'histoire. Du fond des âges, renaît l'étonnante épopée des rapports de l'homme avec le vent : renouant avec la millénaire expérience du marin qui fit, de ce fantasque élément, son allié pour cingler à la voile à la rencontre de terres nouvelles, l'aviateur reprend l'étude des grands problèmes naturels, pour se hausser enfin à la science du phénomène. Puis comme l'ancêtre, il se lance à l'assaut des terres encore inconnues. Inaccessibles ou délaissées, ces terres émergent enfin du doute géographique, de l'indifférence ou de l'oubli. L'avion les annexe progressivement à la vie.

Dans le même temps, l'homme élargit irrésistiblement la trame invisible des voies qu'il tisse dans le ciel. Gagnant les horizons en besognant de la terre, l'avion se révèle outil de la circulation moderne : avec lui s'ouvrent d'année en année de nouvelles voies d'échange et se nouent de nouveaux liens entre les groupes humains. L'histoire des grandes compagnies de transport aérien telles que l'Aéro-Postale, l'Aéro-Maritime, les Imperial Airways, les Pan American, passionnera un jour nos descendants au même titre que nous a passionnés l'épopée de la route des épicés ou de la soie, aux temps anciens. Relisez *Vent de Sable* de Kessel ou *Vol de Nuit* de Saint-Exupéry, et vous aurez un témoignage de la valeur des hommes qui ont ouvert ces lignes. C'est par eux que sont nées les « routes de l'air » avec leurs carrefours, balcons du monde, installés au long de tracés rigoureux conçus pour un monde uni où l'avion aspire à se jouer des frontières pour mieux enlacer les continents.

L'EXPLORATION DE L'ESPACE

Les premiers aviateurs ont instinctivement cherché à se garantir contre les menaces imprévisibles du ciel où ils erraient dans l'inquiétude de leur ignorance. Dès leurs débuts, ils eurent recours aux rudiments de météorologie existants : limitée à la protection en surface des équipages en mer, la connaissance de l'at-

mosphère était, à l'époque, très élémentaire; elle eut cependant le précieux avantage de fournir les protections indispensables à la sécurité des premiers essais. On se contenta longtemps de réunir avant chaque envol des renseignements succincts sur l'état du temps car, jusqu'en 1914, les voyages par air furent surtout des exploits peu communs et peu nombreux. La guerre n'apprit rien sur l'espace : Les missions de combat même lointaines ne comportaient jamais de grandes distances, et la traversée des nuages restait interdite au vol en groupe. Ainsi l'avion au moment où il quittait le champ de bataille pour servir dans la paix, n'avait point encore appris sa véritable navigation. Franchir l'espace au-dessus des mers et des continents impose au préalable l'observation des phénomènes atmosphériques, la mesure des vents, la connaissance des zones de turbulences, le choix des altitudes. L'aviation réclamait des données météorologiques précises d'autant plus impérieusement que l'irrésistible poussée de la technique modernisait l'engin qui chaque année devenait plus puissant et plus rapide. Il fallut bien explorer l'espace pour apprendre les dangers du ciel, et atteindre à la sécurité du vol.

Cette lutte entre l'homme et les éléments est inscrite dans l'histoire des raids. Trop souvent le grand public a considéré le raid comme la simple expression spectaculaire d'une technique. Pour en juger, il ne faut point méconnaître sa véritable nature : Le raid est avant tout exploration. C'est un combat contre l'espace, un combat du courage et de l'endurance. Le plus impressionnant est que l'homme s'y est engagé sans connaître l'adversaire et la force de son étreinte souvent mortelle. Il a mené l'assaut contre d'invisibles puissances, comme avance un aveugle.

Dès les premières tentatives on s'aperçoit que l'on est en présence, non pas d'exploits sportifs, mais de la mise en œuvre méthodique de recherches en vol portant à la fois sur l'engin et sur son milieu.

Le 16 mai 1919, trois hydravions de la Marine américaine quittent Terre-Neuve pour Lisbonne via les Açores; un seul des trois atteint l'objectif. La portée du raid prend tout son sens lorsqu'on connaît l'organisation de l'entreprise: Radiogoniométrie permettant le relèvement sur navires jusqu'à 140 km. et sur postes de terre dans un rayon de 1000 km., instruments de navigation multiples pour l'observation des astres, le calcul des courants aériens, l'étude de la dérive, des turbulences.

C'est dans le même esprit qu'est préparée la première liaison France-A.O.F. sur Goliath, effectuée par Bossoutrot, le 11 août 1919, avec un équipage de sept hommes (observateurs, photographes, navigateurs). Ce raid fournit essentiellement de nombreux et précieux renseignements météorologiques. De même, la première traversée aérienne du Sahara se présente comme une expédition organisée par les autorités de l'Afrique du Nord et de l'A.O.F. en vue de l'étude aérienne de l'espace transsaharien. Dans un compte rendu du voyage, le commandant Vuillemin définissait avec soin la route possible entre l'Algérie et le Niger, et fixait les conditions de son équipement météorologique.

La traversée de l'Atlantique Sud réalisée pour la première fois en 1922 par le capitaine portugais Sacadura Cabral et le vice-amiral Gago Cousinho offre un

autre exemple typique de ce genre d'exploit consacré à la connaissance de la navigation aérienne. L'amiral avait apporté dans l'entreprise toute son expérience de spécialiste en matière de géodésie et d'astronomie : détermination des dérives par bombes à fumée, sextant nouveau (adopté plus tard par l'aviation du monde entier), cartes d'observation préétablies, repérages météo sur certains points du parcours.

Ainsi débute l'époque héroïque du défrichement de l'espace. Chaque raid est préparé par l'étude et sa tentative soutenue par le courage le plus réfléchi. Il fallut l'offrande de milliers de vies pour déceler une à une les embûches des parcours, corriger les défaillances de la machine, diriger sa progression, explorer l'air aux diverses altitudes, sous toutes les latitudes et par tous les temps, tailler tronçon par tronçon mille chemins dans l'infini hostile des espaces. Dans la seule année 1927, Nungesser, Coli et cinq équipages sont portés disparus au-dessus de l'Atlantique, avant même que Lindbergh inaugure par son exploit retentissant une série de vols victorieux. Moins de dix ans après ces pionniers, les puissances impérialistes lancent par-dessus les terres vierges et les océans des appareils équipés pour l'exploration au long cours. L'espoir de pénétrer enfin l'espace et d'y tracer des routes commerciales régulières sollicite l'ambition de l'homme et déjà sont rejetés dans l'ombre les innombrables sacrifices silencieux. Le plus complet et le plus pur fut sans doute celui de Mermoz immortalisé par Saint-Exupéry dans son livre *Terre des Hommes* :

« Mermoz «essayait» pour les autres. Enfin, un jour, à force «d'essayer», il » se découvrit prisonnier des Andes. Echoués, à quatre mille mètres d'altitude, » sur un plateau aux parois verticales, son mécanicien et lui cherchèrent pen- » dant deux jours à s'évader. Ils étaient pris. Alors, ils jouèrent leur dernière » chance, lancèrent l'avion vers le vide, rebondirent durement sur le sol inégal, » jusqu'au précipice, où ils coulèrent. L'avion, dans la chute, prit enfin assez de » vitesse pour obéir de nouveau aux commandes. Mermoz le redressa face à une » crête, toucha la crête, et, l'eau fusant de toutes les tubulures crevées dans la » nuit par le gel, déjà en panne après sept minutes de vol, découvrit la plaine » chilienne, sous lui, comme une terre promise. Le lendemain, il recommençait. » Quand les Andes furent bien explorées, une fois la technique des traversées bien » au point, Mermoz confia ce tronçon à son camarade Guillaumet et s'en fut » explorer la nuit. L'éclairage de nos escales n'était pas encore réalisé, et sur les » terrains d'arrivée, par nuit noire, on alignait en face de Mermoz la maigre illu- » mination de trois feux d'essence. Il s'en tira et ouvrit la route. Lorsque la nuit » fut bien apprivoisée, Mermoz essaya l'Océan. Et le courrier, dès 1931, fut trans- » porté pour la première fois, en quatre jours, de Toulouse à Buenos-Aires. Au » retour, Mermoz subit une panne d'huile au centre de l'Atlantique Sud et sur » une mer démontée. Un navire le sauva, lui, son courrier et son équipage. Ainsi » Mermoz avait défriché les sables, la montagne, la nuit et la mer. Il avait sombré » plus d'une fois dans les sables, la montagne, la nuit et la mer. Et quand il » était revenu, ç'avait toujours été pour repartir. Enfin après douze années de

» travail, comme il survolait une fois de plus l'Atlantique Sud, il signala par un » bref message qu'il coupait le moteur arrière droit, puis le silence se fit. »

Ainsi triomphes et deuils se succèdent, marquant d'année en année l'accomplissement de la découverte. Chaque épreuve apporte un témoignage, chaque résultat un progrès. On décèle les dangers, on précise les méthodes et les moyens de navigation. On dresse des tables de prévision, on dessine des cartes du temps, on établit des graphiques. Les voyages vérifient les données, orientent les recherches, confirment les hypothèses. La météorologie se détache progressivement du sol et s'oriente intégralement vers la surveillance du ciel. L'exploration de l'atmosphère en altitude, de jour et de nuit, s'effectue bientôt par ballons sondes, véritables stations d'observations en miniature. Insensiblement une protection permanente d'ensemble s'établit jusqu'aux altitudes stratosphériques.

Et la science météorologique progresse. Créée par Delcombe et Wehrle, la méthode des variations du champ isobarique est mise au point par A. Vaut. Elle permet bientôt, avec la théorie norvégienne des masses d'air polaires et tropicales, et la théorie des fronts, d'atteindre à la « prévision du temps » et à son évolution probable. Parallèlement, la concentration des observations s'opère sur des zones de plus en plus vastes, l'établissement des cartes synoptiques couvre des espaces de plusieurs milliers de kilomètres. A la suite d'accord internationaux, des émissions collectives d'observation sont assurées par de puissantes stations radio, suivant un plan d'ensemble de fréquence et d'horaires; de vastes échanges de renseignements ont lieu entre pays et entre continents.

A la veille du conflit de 1939, un immense réseau météo, aux mailles innombrables, sonde l'espace pour la sécurité de la navigation aérienne. Les hostilités ont intensifié cette organisation. Le progrès accompli a remis presque tout en question en ce domaine. Tous les plans et la plupart des accords antérieurs sont à remanier de fond en comble, et les conférences internationales, reprenant leurs travaux, en tenant compte des besoins de paix de l'aéronautique, ont à compléter peu à peu les lacunes, pour adapter le réseau météo au trafic aérien qui s'est haussé d'un bond à l'échelle du globe.

Aujourd'hui, douze mille stations veillent le ciel à travers le monde. L'O. M.I. recommande, pour les besoins internationaux, une station tous les 150 km. dans les régions normalement peuplées correspondant aux zones de grande circulation. Dans les régions désertiques ou éloignées des voies de passage, une station tous les 500 km. est prévue dans le plan.

La densité doit être du même ordre pour les océans : outre les stations en mouvement constituées par les navires en marche, des bateaux fixes jalonneront les immensités des mers, veillant spécialement sur les routes de l'air.

La France a pris en charge la station L. au large des Açores, à mi-chemin entre Casablanca et Brest. Quatre frégates de 1.200 tonnes ont été équipées par le Gouvernement français pour assurer ce service. Elles portent les noms de Laplace et de Leverrier en hommage aux pionniers de la météorologie, et de Le Brix et Mermoz en souvenir de ces deux héros des routes transatlantiques.

On voit apparaître pour la première fois un plan gigantesque; le réseau mondial tend à une nécessaire cohésion. On s'achemine vers l'acceptation de règles communes par toutes les nations, et vers l'existence de réseaux nationaux homogènes, coordonnés entre eux avec minutie. C'est à cette organisation planétaire que travaillent actuellement les spécialistes du monde entier.

Ce réseau mondial doit, il y paraît, son développement à l'avion. Les cartes synoptiques qu'établissent les stations météorologiques concernent non seulement les trajets que suivent les aéronefs, mais une zone suffisamment étendue pour permettre d'étudier la situation générale des phénomènes atmosphériques qui caractérisent la route à l'heure où les avions la parcoureront, et de renseigner à n'importe quel moment et en n'importe quel lieu un équipage en vol sur les obstacles qu'il peut rencontrer. Cette vision indispensable de la route englobe des indications extrêmement variées : régime des vents en altitude, emplacement et caractère des zones de mauvais temps, répartition verticale des masses nuageuses, perturbations dangereuses (orages, givrage). En prenant connaissance de ces éléments, le pilote détermine la route la plus favorable à suivre aussi bien dans l'horizontale que dans la verticale; il établit son plan de vol avec ses détournements, ses changements d'altitude, ses mille incidents.

De son côté le contrôle aérien, à terre, veille sur l'ensemble de la circulation dans le ciel : c'est encore les services météorologiques qui permettent au contrôle de connaître l'état actuel et l'évolution prévue du temps sur les routes aériennes, et par suite d'organiser dans chaque secteur du monde la circulation des avions au long de ces routes.

En multipliant les observations sous toutes les latitudes, par tous les temps, à l'aide de gammes d'ondes très variées, le radar, au cours de cette guerre, a contribué à répandre l'idée d'une météorologie radio-électrique. Les gouttes d'eau possèdent, en effet, la propriété de réfléchir partiellement les ondes très courtes. Des expériences ont prouvé qu'il est possible avec le radar de repérer à distance les perturbations atmosphériques et de fournir une vision d'ensemble des phénomènes météorologiques, dans un rayon étendu autour du lieu de l'observation. Or, ce qui intéresse avant tout le pilote, c'est la position et l'épaisseur des nuages, les turbulences et les dangers de givrage ou d'orage. D'autre part, l'ionisation de l'atmosphère qui devient particulièrement intense avant les orages, donne aussi naissance à des réflexions sur l'écran cathodique. Un pilote pourra donc, par ce procédé, surveiller la route qu'il suit et voir les obstacles, les zones dangereuses dont il pourra s'écarter. L'Angleterre a envoyé récemment à la base de Singapour un avion-laboratoire, afin d'étudier cette nouvelle méthode. Les premières expériences ont permis à l'équipage de voir apparaître sur leur écran, des nuages et des centres orageux situés à grande distance. Pour l'instant le radar n'est pratiquement utilisé que pour les sondages en altitude par ballons-sonde. Il fournit une amélioration sensible de la technique des radio-sondages, mais son emploi ne peut en être si limité, et un nouveau stade d'utilisation sera franchi sous peu.

Le pilote verra-t-il bientôt sa route comme le météorologiste voit le temps dont il matérialise sur ses cartes les mouvements éphémères ?

Alors serait brisée une des servitudes de l'homme volant qui, à travers l'espace, reste tendu vers l'appel de la terre d'où montent les voix qui protègent sa course.

L'ÉQUIPEMENT DE L'ESPACE

En vérité l'engin qui le porte reste lié naturellement à l'équipement terrestre qui supporte son vol comme une corde tendue. Sans l'infrastructure le voyage serait aventure. Par elle, la terre se signale de toutes parts, s'offre aux escales, demeure accessible, secourable aussi entre les étapes. Attentive à l'appel du pilote, vigilante à soutenir ses défaillances possibles et à surveiller sa course, elle demeure son refuge en face de l'espace.

Les premiers aviateurs avaient le souci constant de ne jamais perdre le sol de vue. Identifiant à l'aide de cartes le terrain survolé et repérant le relief, ils suivaient prudemment le cours des fleuves, les routes, les voies ferrées, le ruban des canaux. Dans les contrées désertiques, on imagina même de tracer un sillon de charrue pour guider le parcours, aux temps des premiers vols commerciaux. Cette pratique empirique fut améliorée grâce à l'installation à bord d'un compas : en suivant un cap et en chronométrant la durée du vol, on naviga à l'estime ; le pilote connut alors l'influence de la déclinaison magnétique, la dérive due au vent, la déviation du compas provoquée par les masses métalliques de son appareil. Il fallut inventer le dérivomètre. Longtemps, le vol à vue et l'estime se combinèrent tant bien que mal pour assurer une méthode de navigation acceptable. Au cours de la guerre de 1914 apparurent les premiers postes radio-électriques : ce fut une révélation. A partir de 1920 l'emploi de la radio de bord se répandit rapidement sur les lignes aériennes. De nombreuses stations furent installées au sol le long des principaux itinéraires. L'emploi de la T.S.F. permettait de faire facilement le point par repérage des émetteurs. Avec l'apparition de la gonio, l'avion fut bientôt à même d'obtenir sa position sur un simple appel relevé simultanément par trois stations à terre. Le cheminement sans visibilité devenait possible. Le pilote n'était plus contraint de voir le sol pour tenir sa route. A partir de 1925, nouvelle amélioration avec l'introduction des radiogoniomètres de bord : les équipages eurent la possibilité de faire eux-mêmes le point par relèvement successif de plusieurs émetteurs.

L'organisation de l'espace s'opérait insensiblement : constituées à l'origine d'escales très rapprochées sans équipement intermédiaire, les routes aériennes formèrent bientôt un ensemble technique rigoureux avec phares de jalonnement, installations de balisage, stations multiples de protection et de secours. La sécurité commença de s'y exprimer par des œuvres minutieuses et multiples par lesquelles l'engin apprenait insensiblement à se laisser conduire. Des radio-alignements y dessinent maintenant des voies, constituant une succession de plans verticaux matérialisés par des signaux sonores ou optiques permettant au pilote

de ne pas dévier de sa route. Le jalonnement en est assuré par des radio-balises à faisceau vertical, installées de distance en distance sur l'axe de la route. Un indicatif sonore, spécial à chaque balise, permet son identification comme un chiffre kilométrique sur une borne. Les cônes de silence à la verticale des faisceaux émetteurs, les croisements des radio-alignements complètent les moyens de repérage tout au long de la voie. Aux abords des aérodromes, les ordres du sol deviennent impérieux : carrefour des routes dans le ciel, l'escala voit d'année en année, croître le nombre des avions, le volume de la circulation, l'encombrement de ses pistes. L'augmentation de la vitesse complique encore l'échelonnement spatial des appareils, les manœuvres d'approche et d'atterrissage, l'écoulement du trafic. Demain l'infrastructure portera la marque d'un ordre encore plus impeccable : stations de radio-navigation, stations-radar, réseaux de balisage et de guidage automatique guideront impérieusement les courses ponctuelles. Cet arsenal prodigieux comportera de nombreux dispositifs donnant à l'avion des moyens de naviguer avec précision le long de n'importe quelle route en supprimant toute intervention du sol en dehors de la zone des escales.

Le choix des meilleures techniques permettra à l'homme de compléter cet équipement et d'unifier en tous lieux sa navigation. Il est écrit déjà que l'espace prend peu à peu l'avion dans son giron, en le libérant de la voix du sol. D'année en année la course devient plus rigoureuse, plus miraculeusement libre, autour de la planète qui se laisse insensiblement enlacer et dominer.

LA RECHERCHE DES TERRES OUBLIÉES

L'homme possédait avec l'avion un outil de circulation qui, par sa conception technique, le libérait des obstacles accumulés par la nature. Il devait lui permettre de pénétrer jusqu'au cœur de régions demeurées jusque-là inaccessibles, et dont seuls les expéditions de voyageurs aventureux ou de savant héroïques avaient permis de connaître les contours.

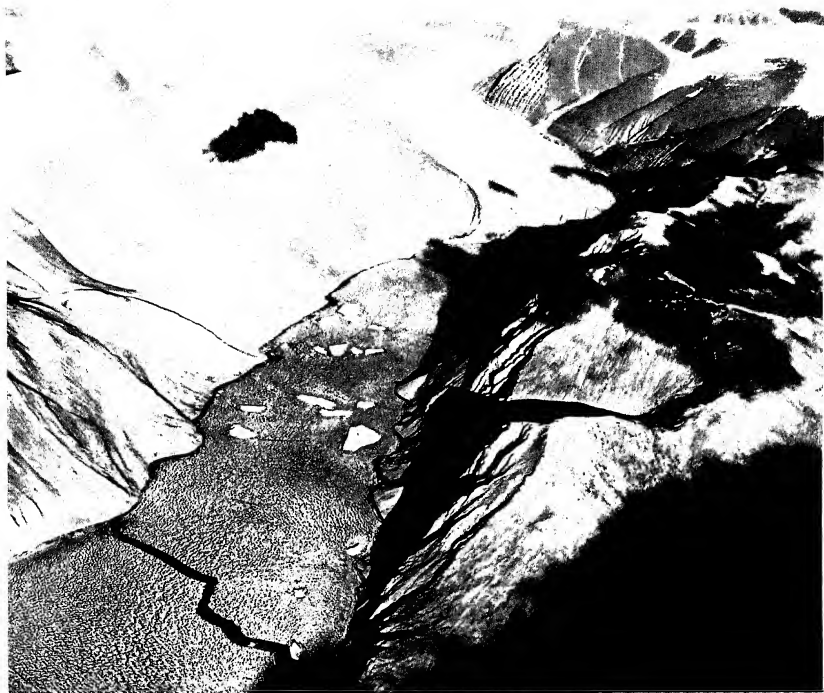
Il restait et il reste encore de grands travaux à accomplir, pour remplir les blancs immenses qui subsistent sur les cartes. Depuis vingt ans, l'aviation s'attaque à cette exploration, et les lacunes des régions polaires se comblent insensiblement.

« Quelle découverte un pareil moyen ne permettra-t-il pas, écrivait Amundsen, dès 1920. Entre les terres de l'archipel polaire et le détroit de Behring, s'étend une énorme et impénétrable banquise. Cette immensité blanche renferme-t-elle encore des îles inconnues, prolongement vers l'ouest de l'archipel américain, ou est-elle entièrement occupée par l'océan ? Un vol de quelques heures permettra de répondre à cette question, dernière énigme géographique que garde l'Arctique. »

À l'époque, l'avion était un engin encore trop frêle pour l'épreuve d'un raid polaire. Et cependant, il participa très vite aux reconnaissances du grand Nord. Dès 1925, on voit l'aviation navale américaine organiser une mission dans

la zone arctique. Composée de 12 officiers et de 100 hommes elle comprend un vapeur et une péniche-atelier où sont aménagés les laboratoires. Trois hydravions-amphibies en constituent l'équipement mobile d'exploration. En quatre mois les équipages accomplissent une série de vols de reconnaissance sur plusieurs centaines de kilomètres en profondeur, explorent 20.000 kilomètres, photographient et cartographient des chaînes montagneuses inconnues ; la mission revient à la base de San Diego en ordre parfait. Pour la première fois une œuvre de découverte et d'identification qui n'eût pas été menée à bien en dix ans avec les moyens terrestres les plus modernes, s'accomplissait grâce à l'outil aérien.

C'est dans ces mêmes parages de l'hémisphère boréal qu'Amundsen avait réussi à franchir en 1911 le fameux passage du Nord-Ouest et à doubler l'Amérique de l'Atlantique au Pacifique. Allait-il s'attaquer maintenant au Pôle ? Durant quatre siècles, des milliers d'explorateurs avaient cherché vainement le chemin du toit du monde. Après quelles souffrances et quelle agonie avaient-ils péri, engloutis dans ces glaces éternelles ? Seul Peary, en vingt-trois ans de lutte et huit voyages dans les déserts blancs, avait vaincu la banquise et atteint le Pôle en 1909. L'ambition d'Amundsen était de traverser tout le bassin boréal, du Spitzberg à l'Alaska, pour en explorer la vaste surface. Dès 1922, il frète un hydravion, mais ses essais au Cap Barrow sont infructueux et il ne part pas ; l'année suivante, il renouvelle sa tentative : son avion s'écrase au décollage. Il persévère et pendant deux ans se consacre à de nouveaux préparatifs. Il se procure deux hydravions, étudie l'expédition, dresse ses plans. Cette fois il s'envole, mais le brouillard l'égare et le contraint à amérir par 88° de latitude nord. Au bout de 24 jours de lutte contre les éléments, Amundsen et ses hommes abandonnent un des appareils, parviennent à décoller, et cap plein sud, à bout d'essence, se posent en mer, où ils ont la chance d'être recueillis par un phoquier. A la suite de ce triple insuccès, Amundsen abandonne l'avion comme moyen d'exploration polaire au profit du dirigeable : « L'aéroplane, écrit-il à l'époque, est un engin singulièrement délicat ; un rien suffit à le mettre hors service. Après la panne, la brume est le second ennemi de l'avion. Par un temps bouché, atterrir sur la banquise, c'est la mort certaine. » Cependant un autre explorateur ne partage point son avis : l'année suivante, alors qu'il s'est mis en relations avec Nobile, il rencontre Byrd qui l'entretient de son projet d'atteindre le Pôle en avion. Les deux hommes se retrouvent quelques mois plus tard, à Kingsbay au Spitzberg. Amundsen y avait installé sa base, construit un hangar à dirigeable et Nobile y achevait en sa compagnie les préparatifs du *Norge*. Tout à coup, le 29 avril 1927, Byrd arrive à bord d'un vapeur américain. Il fait descendre son avion, le *Joséphine-Ford*, sur un radeau formé des quatre baleinières du navire, assemblées bord à bord, amène l'appareil à terre sur cette singulière embarcation, choisit un terrain près du hangar d'Amundsen et l'aménage rapidement. Les deux groupes travaillent fiévreusement. Le 10 mai, à une heure du matin, tout est paré pour le *Joséphine-Ford* et Byrd s'envole par un temps magnifique en compagnie d'un pilote. Le survol du Pôle fut une promenade. Le même soir à l'heure du dîner,



Officiel U. S. Navy Photo.

Le fjord Frederick Hyde (terre de Peary) à 83 degrés, 6 minutes Nord, d'où partit l'Américain Peary pour atteindre le Pôle en 1909. (La partie inférieure du glacier, taillée en biseau, libère de petits icebergs qui flottent dans un « slush » de glace superficielle. Au premier plan, une ligne de rupture forme un chenal en ligne brisée.)

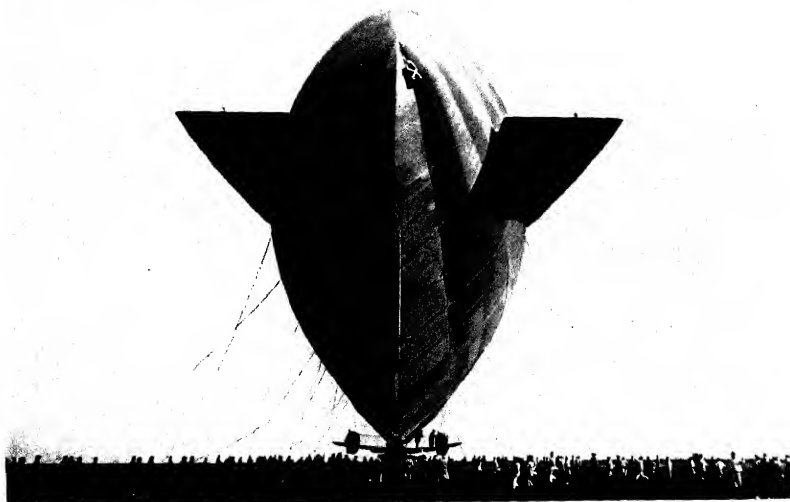


1925 — Le Laté 26, piloté par Mermoz survole le Pain de Sucre de la rade de Rio-de-Janeiro.

Photo Air France.

1927 — L'*Italia* de Nobile.

Photo New-York Times.



le Fokker regagnait Kingsbay et se posait sur son terrain de fortune envahi par les équipes des deux missions. « Après avoir aidé les audacieux à sortir de la » carlingue, écrit Amundsen, nous nous jetâmes dans leurs bras tandis que tous » les assistants poussaient de joyeux hurrahs. »

Le même jour le *Norge* était prêt. Le lendemain 11 mai, il s'élevait de bon matin avec seize hommes à bord. Le Fokker de Byrd lui fit escorte quelques heures puis s'en revint. « Nous étions seuls, dans l'immense désert glacé du Pôle, » écrit Amundsen. Le hérissément des pics au milieu de glaciers se terminait en » mer par de magnifiques falaises d'un bleu d'opale; impression d'une chaîne » des Alpes dont les vallées inférieures auraient été envahies par la mer. Désor- » mais, pendant trois jours, jusqu'à notre arrivée en Alaska, de l'autre côté du » Pôle, ce sera le même paysage; d'horizon en horizon, toujours une immense » plaine blanche partout pareille. Seulement de loin en loin une tache : une fente » créée par les agitations de la banquise et dont l'entre-hâillement laisse appa- » raître un pan de la mer sous-jacente. Le soleil, par sa féerie de lumière, laisse » une sensation de surnaturel, d'extra-terrestre. » Malmgren le météorologiste, vieux compagnon de toutes les explorations d'Amundsen, se tient à ses côtés dans la cabine; il procède à des observations aux instruments et dresse des cartes du temps, tandis que d'autres membres de l'équipage s'occupent des relevés photographiques. Le dirigeable est en liaison par T.S.F. avec le monde entier qui est à l'écoute. Après mille sept cents kilomètres de route, le *Norge* survole le Pôle. L'étape qui lui reste à parcourir est la plus importante : elle implique la découverte de l'immense banquise qui s'étend jusqu'aux lisières de l'Alaska. Hélas, le *Norge* est pris dans la brume presque immédiatement : « La mer de nuages sera » notre trop fidèle compagne durant deux mille deux cents kilomètres. » Bientôt le givrage menace; pendant vingt heures, l'équipage lutte contre ce terrible danger, puis contre le vent qui souffle en tempête; enfin un cap apparaît et à bout de forces l'équipage amène le dirigeable au sol. L'atterrissage a lieu à 90 kilomètres de Nome après soixante et onze heures de traversée. Un an après cet exploit, en mars 1927, deux aviateurs américains, Wilkins et Eyselton volent en sens contraire de l'Alaska au Spitzberg couvrant les trois mille trois cents kilomètres du parcours en vingt-quatre heures. Au même moment, Nobile, qui s'est séparé d'Amundsen, tente de renouveler la traversée du bassin polaire, dans le but d'explorer les terres Lénine et Crocker et de réunir des renseignements variés d'ordre océanographique et magnétique.

Après deux vols préliminaires sur les confins nord de l'Asie, Nobile prend le départ le 23 mai à bord de l'*Italia* entouré de quatorze collaborateurs, dont Malmgren. En vingt-quatre heures, le dirigeable atteint le Pôle et y croise pendant deux heures. Le lendemain au matin Nobile annonce par radio qu'il sera de retour à Kingsbay au début de l'après-midi. Puis la radio se tait et le dirigeable n'arrive pas. Pris dans les vents et la tempête de neige, l'*Italia* s'est abattu à la suite d'un givrage intense. Des aviateurs de toutes les nations se portent au secours des naufragés du Pôle. La France envoie un hydravion, le Latham 20,

commandé par Guilbaud, assisté de Cuverville. Amundsen les accompagne. Ils disparaissent corps et biens au large de l'île aux Ours. Un Fokker suédois sauve Nobile sur la banquise, cinq autres de ses compagnons sont recueillis par un brise-glace soviétique, Malmgren a péri.

Pour la dernière fois en 1930, un dirigeable est affrété en vue d'une expédition au Pôle : Nansen fonde une société aéro-arctique et achète un Zeppelin allemand. Le 24 juillet il s'envole de Friedrichshafen avec 45 passagers, fait escale à Leningrad, survole Arkhangel, la terre Lénine, et s'enfonce dans l'espace boréal jusqu'au cap Tchéliouskine. Là, le brouillard le contraint à faire demi-tour, et la croisière est abandonnée. L'expérience condamnait définitivement le choix d'Amundsen.

Dorénavant l'avion seul allait affronter le défrichement de l'espace boréal. Le problème se résumait à la découverte des meilleures liaisons polaires entre les deux continents américain et asiatique, la mer arctique constituant le chemin naturel le plus court entre ces deux rivages. Lindbergh bientôt réalise pour le compte des *Pan American Airways* un vol de reconnaissance sur l'itinéraire Amérique, Groenland, Islande. En direction opposée, l'U.R.S.S. inaugure à la même époque l'ère des vols scientifiques. Sous les directives de « L'Institut Arctique » de Leningrad, l'aviation de l'Union monopolise le travail de découverte à effectuer dans ces régions. Son mérite est d'avoir mené en même temps l'exploration et l'installation des stations permanentes de météo, de radio et de gonio, qui balisent en profondeur le grand Nord soviétique et équipent par dizaines toute la côte de l'Océan Glacial. Ces stations de guidage et de relais ont été en réalité les premiers flots humains organisés dans ces solitudes par l'outil aérien. Plus au nord, en Nouvelle-Zemble et à l'île Rodolphe, des équipements fixes du même genre ont été constitués.

Les liaisons transpolaires se multiplient entre temps : Tchkolov relie Moscou à San-Francisco en juin 1937. En juillet, Gromov vole jusqu'à Los Angeles; au mois d'août Levanewski, moins heureux, disparaît après avoir survolé le Pôle, où depuis trois mois s'était installé un centre scientifique, la « Station dérivante n° 1 ». Tout le matériel (tentes, magasins, instruments scientifiques) avait été transporté à pied d'œuvre par des quadrimoteurs de transport sous la direction du savant Papannine. Trente hommes avaient travaillé à l'édification du campement qui fut inauguré le 6 juin 1937. Quatre explorateurs, dont Papannine, tentèrent d'y séjourner un an. Mais, liés à la banquise, ils dérivèrent lentement. Ils durent à la fin de leur odyssée changer plusieurs fois de glaçons pour sauver leurs documents. De cette expédition, Papannine rapporta de précieuses observations météorologiques et climatologiques, ainsi que la preuve de l'existence d'une barrière de bas-fonds entre l'Océan Glacial et l'Atlantique. Ce défrichement de l'espace polaire constituait déjà l'annonce de l'ère des liaisons orthodromiques. Le travail d'exploration effectué dans l'Arctique par l'aviation soviétique permit, en effet, de considérer les liaisons aériennes transpolaires comme parfaitement réalisables commercialement dès 1939.

L'énigme du Pôle Sud était de toute autre nature. Il ne s'agissait pas d'explorer une mer de glace mais de pénétrer au cœur d'un continent enseveli. En fait l'homme n'avait abordé que très tard aux rivages de l'Antarctique : Cook le premier franchit le cercle polaire au XVIII^e siècle et l'exemple de son voyage découragea longtemps les explorateurs. Les grandes expéditions du XIX^e siècle, avaient à peine entamé la lisière de ce monde inabordable. Au début du XX^e siècle, Shackleton, Amundsen et Scott s'étaient frayé un chemin jusqu'au pôle, mais leur rude exploit était resté une victoire sans lendemain et sans portée pratique. La carte était vide, l'exploration sollicitait des découvreurs. A cet inconnu géographique total s'ajoutait le problème de l'inventaire des richesses minérales que pouvait renfermer cette masse continentale glacée. L'avion était le seul outil de pénétration qui pouvait permettre à l'homme d'accomplir ce colossal classement d'une part oubliée de son domaine terrestre.

Wilkins, le premier, survole en 1938 le continent mystérieux. On ne connaissait de son abord que les deux golfes profonds qui l'échancrent : la mer de Weddel dans le secteur Atlantique, la mer de Ross dans le secteur Pacifique. Partant de l'île Déception où il installe sa base d'opération, Wilkins s'engage dans une série de reconnaissances vers le sud et découvre au-delà de la terre de Graham un groupe d'îles qu'il baptise du nom de Finlay. Poursuivant ses vols, il précise l'existence du détroit de Stefansson, aperçoit le continent austral mais se trompe et l'appelle Terre Hearst. En 1929 et 1930, il revient à sa base, rectifie et complète ses relevés géographiques : après avoir reconnu et entièrement ceinturé les terres de Graham et de Charcot, il survole le pack et s'avance jusqu'au 73^e parallèle.

La même année, Byrd attaque l'Antarctique du côté diamétralement opposé. Il installe sa base non loin de la terre Edouard VII, sur la grande Barrière où il construit sur la glace une station d'hivernage restée célèbre sous le nom de « Petite Amérique ». « Dans la scintillante blancheur des glaces, écrit-il, la ville » la plus remarquable du globe se construit. Ville qui se pique de posséder, entre » autre équipement, l'éclairage et la force électriques, la radio, un service d'aviation, une station météorologique de premier ordre, un laboratoire muni de tout » le matériel nécessaire aux recherches portant sur vingt-deux branches de la » science, un laboratoire pour l'étude des météores et même un cinéma pour » films sonores... » Quarante-deux explorateurs sont à pied d'œuvre. Ils disposent de trois avions. La saison est déjà avancée lorsque les vols commencent. Cependant Byrd a le temps de découvrir une terre à l'est de la terre Edouard VII ; il lui donne le nom de Mary Byrd ; au sud des monts Alexandra, il identifie une chaîne de collines qu'il baptise du nom de Rockefeller ; un géologue de l'expédition se fait déposer à leur pied pour en étudier la structure granitique. Puis il faut hiverner. Pendant les longs mois qui suivent, l'expédition travaille à développer clichés et films, et trace les premiers relevés cartographiques. Byrd met à profit ses longues soirées d'inaction pour préparer méthodiquement un raid sur le Pôle. Il décide de tracer sa route d'après les données de l'itinéraire

d'Amundsen, et, par prudence, établit une base de secours avancée, au pied du glacier Axel Heiberg. Le printemps se montre enfin. Tout est au point pour l'assaut. Le 28 novembre 1929 Byrd décolle du terrain de Petite Amérique. L'avion se guide d'abord sur les pistes tracées par les groupes de traîneaux des géologues qui se sont dirigés vers le sud. Puis on navigue au sextant. L'appareil s'élève progressivement franchissant une à une les passes des glaciers dont l'altitude croît sans cesse. Il faut jeter des sacs de vivres pour atteindre le sommet des parois gigantesques des monts Nansen et Ruth Gade. Enfin on survole le grand plateau. Encore cinq cents kilomètres et le Pôle est atteint. A une heure du matin, Petite Amérique capte ce sobre message de victoire : « Mes calculs » indiquent que nous avons atteint le Pôle Sud — *signé* BYRD. » Après un vol circulaire au cours duquel les aviateurs prirent de nombreuses photographies, l'appareil s'engagea sur le chemin du retour et se posa au pied de l'Axel Heiberg pour faire le plein d'essence; quelques heures après, les mâts de radio de Petite Amérique étaient en vue. L'expédition avait atteint son objectif principal: les 1500 kilomètres avaient été couverts en dix-neuf heures et la première liaison par air accomplie sans incident. C'était la consécration définitive des possibilités de pénétration de l'avion.

Dès 1933, Byrd retourne à son camp de Petite Amérique et y concentre un matériel imposant. Les membres de l'expédition vont y travailler toute l'année 1934; plus de trente mille kilomètres carrés seront identifiés en avion; photographies aériennes, observations météorologiques, recherches géodésiques s'accumulent. Le groupe des géologues, à lui seul, parcourt deux mille deux cents kilomètres et travaille à moins de trois cents kilomètres du Pôle, découvrant d'énormes réserves de charbon dans les strates sédimentaires des Monts Weaver. Byrd, après avoir établi dans une cabane minuscule une station météorologique à 160 kilomètres au sud de Petite Amérique, s'y rend par avion et s'y installe seul pour hiverner plus de trois mois. Il y recueille des observations sur la vitesse du vent, la température, la pression barométrique, les aurores boréales. Prisonnier du froid dans ce poste avancé perdu dans la solitude, il tombe malade et doit demander du secours par radio. Poulter, commandant par intérim de Petite Amérique, se lance dans la nuit polaire, et au travers des crevasses, des tempêtes et d'une complète obscurité, parvient à rejoindre son chef. Un avion les ramena sains et saufs deux mois plus tard.

L'année même où se poursuivait ce début d'inventaire scientifique, un autre Américain, Lincoln Ellsworth, s'attaquait à la traversée aérienne de l'Antarctique, en partant de la mer de Weddel. Après plusieurs essais infructueux, il ralliait victorieusement Petite Amérique en décembre 1935. Deux fois la tempête de neige le contraignit à atterrir et à camper à plus de 2000 mètres d'altitude. Il rapportait de ce raid de précieux enseignements : la découverte de la Chaîne de l'Eternité, et la preuve de l'existence d'un immense plateau, d'altitude moyenne, s'étendant entre la terre de Graham et la terre Victoria. A la veille du conflit de 1939, Byrd est à nouveau à Petite Amérique en compagnie

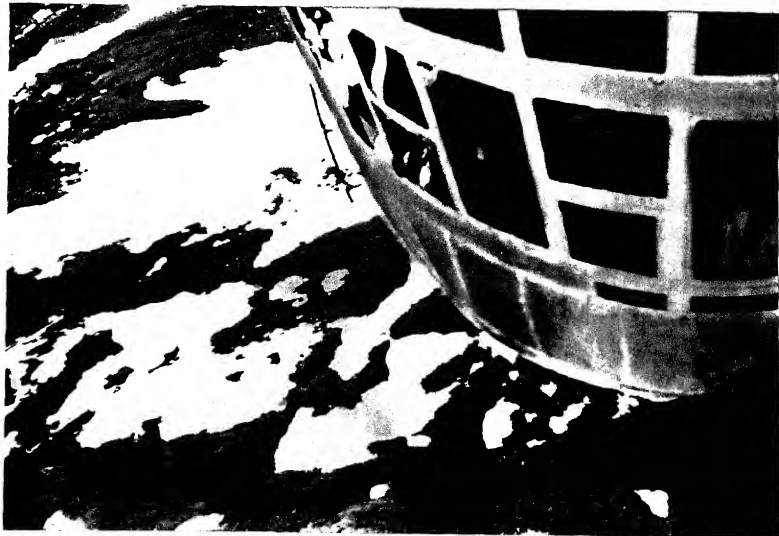


Photo Keystone.

L'Italia à Spitzbergen au moment de son envol vers le Pôle.

Photo Keystone.

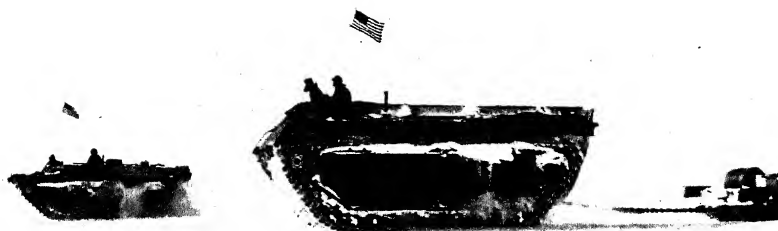
1930 — La nacelle principale du Zeppelin affrété par Nansen survole les terres arctiques.





L'amiral Byrd lâchant les drapeaux des Nations
Unies au-dessus du Pôle Sud.

Official U. S. Navy Photo.



Official U. S. Navy Photo.

Un convoi, après avoir établi des réserves alimentaires et de carburant au pied du Mont Helen Washington, retourne à Petite Amérique IV.



Official U. S. Navy Photo.

Le paysage de Petite Amérique IV.

de l'Amiral Cruzen. Jusqu'en 1941, il y poursuivra ses travaux d'exploration, accumulant et coordonnant avec persévérance un grand nombre d'observations d'ordre météorologique et cartographique.

Cinq ans après, les rivages de l'Antarctique allaient enfin subir l'assaut d'une véritable armada : à la tête d'une expédition composée de treize navires et d'un porte-avion, de quatre mille hommes et d'une flotte aérienne comportant avions, hydravions et hélicoptères, Byrd se voyait confier par la marine américaine l'organisation de la plus grande entreprise d'exploration qui ait jamais eu lieu. Pour la première fois, une importante opération combinée entre l'Air et la Marine et bénéficiant des techniques modernes développées par la guerre, telles que le radar, allait se dérouler au profit de la découverte scientifique. En l'espace d'un hiver, un territoire plus grand que la moitié des Etats-Unis fut entièrement cartographié, dont deux cent mille kilomètres carrés qui n'avaient jamais été « vus » jusque-là par aucun homme. Plus de dix mille kilomètres de côtes furent confirmés et précisés, dix chaînes de montagnes dont quelques-unes comptant parmi les plus hautes de la planète découvertes et les plus vastes glaciers répertoriés. Les instruments de détection révélèrent la présence de gisements minéraux considérables sous la calotte de glace, confirmant l'existence des réserves de charbon découverte en 1934 et repérant de vastes nappes pétrolifères. De précieuses observations magnétiques et météorologiques furent en outre recueillies méthodiquement tout au long des vols de mission. Enfin Byrd, à nouveau survola longuement le Pôle. Il rapporta de ce raid des impressions inoubliables : « Le ciel au-devant de nous était sans nuage. La visibilité s'étendait jusqu'à près de deux cent cinquante kilomètres. Sous la voûte céleste, bleu » et pourpre, nous traversâmes la barrière de Ross juste à l'ouest de l'île Roosevelt qui surgissait comme une bosse. Au-dessous de nous la surface de la glace » ridée et ondulée par le vent était d'une blancheur scintillante teintée de bleu » et d'or. Nous passâmes au-dessus de la zone de crevasses qui s'ouvrent au pied » de la chaîne de la Reine Maud, cette gigantesque barrière qui se dresse contre » toutes les expéditions par terre; loin au-dessous de nous s'étendaient les brèches » bleues et pourpres de crevasses longues de plusieurs kilomètres. Quelques- » unes étaient assez larges pour loger dans leurs flancs un destroyer. Nous volions » dans l'étrange lumière de la nuit polaire. Le soleil était semblable à une » énorme boule rouge roulant tout autour de l'horizon... Nous approchions du » glacier Wade, hérissé de petits sommets au profil fantastique dont quelques » crêtes étaient couvertes de neige... Une mer d'argent large de vingt kilomètres » coulait entre deux hautes murailles de glace, sans fin. Le soleil incendiait le » glacier, nous offrant une scène d'une telle grandeur que nous doutions qu'il » en existât de semblable sur d'autres points de la terre... Au delà du sommet du » glacier, nous suivîmes le 180° méridien, cap au sud, en direction du Pôle, laissant à l'ouest le massif Grosvenor, la chaîne de montagne la plus au sud que » l'on connaisse sur la planète... L'avion de Campbell nous suivait. Herklin » donna le signal : nous survolions le fond mathématique du monde. Pour la qua-

» trième fois dans l'histoire de l'humanité, des hommes étaient au Pôle Sud.
» Pour la seconde fois je le voyais au-dessous de moi... La neige avait un léger
» reflet métallique; là où le soleil l'éclairait obliquement, elle était couleur d'or.
» Je jetais les drapeaux multicolores des Nations Unies, geste dédié à la mémoire
» de tant d'actes héroïques accomplis pour la fraternité des peuples... Le Pôle a
» été le symbole d'un succès : le franchissement des plus grands obstacles de la
» nature par la détermination et l'ingéniosité des hommes. Dans l'âge de l'air
» ce symbole n'a pas d'autre valeur. »

* * *

Tandis que s'organisait l'exploration aérienne des pôles, l'avion, sur un autre point du globe, devait s'assurer très tôt la conquête de cimes encore inviolées par l'homme. Protégé par les ouragans redoutables qui balaient ses flancs, le massif géant de l'Everest avait défié trois tentatives d'escalade lorsque le Commodore Fellowes et ses compagnons réussirent à le survoler pour la première fois en 1933. Bientôt d'importantes informations recueillies au cours de nouveaux survols permirent de reconstituer à l'aide de documents photographiques l'entière physionomie de ces chaînes inaccessibles et d'en établir un relevé définitif.

A la même époque, le Danemark entreprenait de dresser la carte du Groenland et de l'Islande. Ce relevé aurait soulevé d'extraordinaires difficultés avec les méthodes courantes de la cartographie terrestre. Il aurait fallu des années pour mener à bien une pareille entreprise au Groenland, dont les régions désolées et montagneuses dépassent en moyenne trois mille mètres d'altitude, et dont les côtes rocheuses extrêmement découpées sont parsemées d'une multitude d'îlots et de récifs : en deux ans, grâce aux vues aériennes restituées sur aérocartographe, l'Institut géographique de Copenhague établit la carte de la majeure partie du pays; 340.000 km² avaient été explorés par l'aviation de la marine. Dans le même temps, l'exploration de l'Islande se poursuivait : en 1937, 20.000 km² furent survolés pour la prise de vues aériennes, 32.000 km² en 1938.

L'Angleterre et ses Dominions procédaient à des études de même nature sur toute l'étendue du Commonwealth et des colonies de la Couronne : aux Indes, en Australie, en Afrique, au Canada, la contribution de l'aviation à l'étude du sol s'étendit sur des centaines de milliers de kilomètres carrés. Alors que la Royal Air Force photographiait le cours du Haut-Nil et le cœur de l'Ouganda et du Kenya, 700 km. du cours du Congo étaient étudiés par le service cadastral du gouvernement belge. Aux Indes néerlandaises, la Hollande rectifiait la carte sur plus de 50.000 km² tandis que les levés aériens effectués pour l'ouverture des gisements de pétrole couvraient un territoire de 100.000 km². En Amérique du Sud, au Brésil, au Venezuela, en Colombie, au Chili, en Amérique Centrale, en Equateur et au Mexique, des explorations géographiques, du même ordre, se poursuivaient sur des milliers de kilomètres carrés. En U.R.S.S. furent obtenus

les résultats les plus impressionnants ; sur ce territoire, le plus grand d'un seul tenant politique de la terre, l'avion fut l'outil capital de l'exploration des immensités de l'Asie et en particulier de la Sibérie : travail de précision du contour des côtes et des lignes générales du relief, établissement des cartes de la zone côtière et des archipels arctiques, correction des cartes antérieures, étude du sol, de la végétation, de la faune, explorations météorologiques, climatologiques, travaux de cadastre et inventaire des forêts en Asie centrale, toutes ces tâches furent accomplies par l'avion à l'échelle gigantesque de millions de kilomètres carrés.

Chaque année l'avion contribue pour une part de plus en plus large à cet inventaire que poursuit l'homme.

La section de photographie aérienne de la *K.L.M.*¹ dresse actuellement une carte d'un territoire de 80.000 km² en Guyane hollandaise. La majeure partie de ce pays dont la superficie est d'environ 160.000 km² est encore inculte et l'on sait relativement peu de chose sur la nature du sol. Cette étude constitue une partie du plan de mise en valeur de la Guyane et des recherches approfondies se poursuivent dans le but d'en exploiter les ressources naturelles. Au début de 1948, la *K.L.M.* a contribué à dresser la carte de 25.000 km² du Vénézuëla et maintenant se charge d'effectuer un relevé photogrammétrique de 75.000 km² dans la vallée de l'Orinoco. Le travail sera commencé en 1949 avec deux avions spécialement équipés à cet effet. Une autre unité photographique de la *K.L.M.* a effectué le relevé des îles de Curaçao, Aruba et d'une partie de Bonaire au cours de l'année dernière, pour le bureau du cadastre de Willemstad.

Le professeur Roelofs, de l'Université de Delft, conseiller scientifique de la section « cartographie » de la *K.L.M.*, s'est joint à des experts britanniques qui dressent des cartes aériennes en Afrique Orientale où il continuera ses études sur la nouvelle technique de cartographie aérienne par radar, sur laquelle il travaille depuis un certain temps.

LA MISE EN VALEUR DES TERRES RETROUVÉES

La contribution de l'avion ne se limite pas à ces œuvres d'investigation. Depuis vingt ans, il participe puissamment à l'exploitation des richesses clairessemées du patrimoine commun. Il intègre insensiblement les terres lointaines et les restitue à l'économie humaine en les reliant aux circuits du commerce.

En Sibérie, des centres primitifs qui ne possédaient depuis des siècles, en fait de voies d'accès, que de mauvais chemins ou de pistes, ont fait appel aux transports aériens pour se développer. Fait curieux : ces centres n'ont bien souvent ni routes, ni stations de chemin de fer, mais ils disposent d'un aérodrome. Un réseau aérien aux mille ramifications s'étend ainsi sur des milliers de kilomètres, intimement associé aux nécessités humaines. Pour les centres miniers, l'avion assure à la fois le transport des hommes, ingénieurs et ouvriers, celui du matériel d'équipement industriel, celui du ravitaillement : le service des besoins

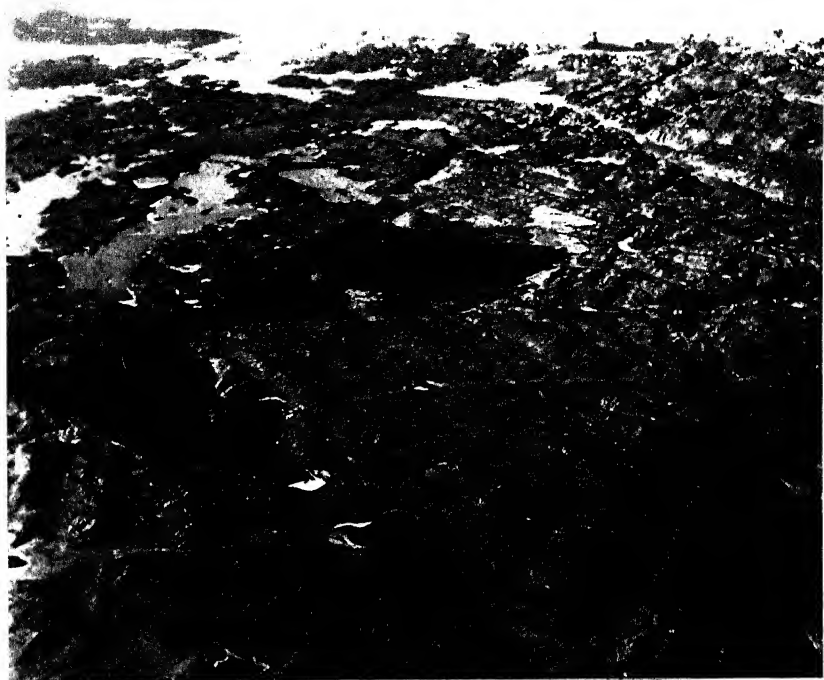
¹ Lignes aériennes royales néerlandaises.

essentiels à la vie et au développement de ces centres en dépend ; l'établissement des nouveaux centres d'exploitation et de colonisation y trouve appui : avion terrestre, avion à skis, amphibie ou hydravion, tous les types sont utilisés pour desservir la poussière innombrable des escales et des bases. Ces comptoirs créés aux meilleurs emplacements sont libérés de la contrainte du relief et du climat. Le passage des avions suscite d'ailleurs de nouvelles activités : l'escale prend un sens aujourd'hui non seulement pour se ravitailler en combustible, mais pour commercer. Chaque centre agricole ou industriel, chaque groupement humain possède son avion ou sa flotille, ou travaille à l'acquérir.

Des lignes de cabotage aérien côtier, d'autres parallèles à la côte, relient les ports fluviaux depuis Arkangelsk jusqu'à Anadyr; des lignes Nord-Sud, balisant le cours des grands fleuves sibériens en décuplent le trafic et pourvoient entièrement aux échanges durant la plus grande partie de l'année, au delà des mois libres de glace. D'abord irrégulières, les liaisons aériennes ont acquis progressivement en Sibérie et en Asie centrale un caractère de fréquence qui les apparente dès maintenant aux réseaux des grandes métropoles. Ce développement incomparable se traduisait en 1940 par un trafic aérien de 36 millions de tonnes-kilomètres, représentant pour l'ensemble de l'U.R.S.S. une masse de circulation égale au 2/3 du tonnage total transporté par les lignes régulières du reste du monde. Il faut en voir l'explication dans le rôle que l'avion assume dans la mise en exploitation de régions dépourvues de transports de surface convenables.

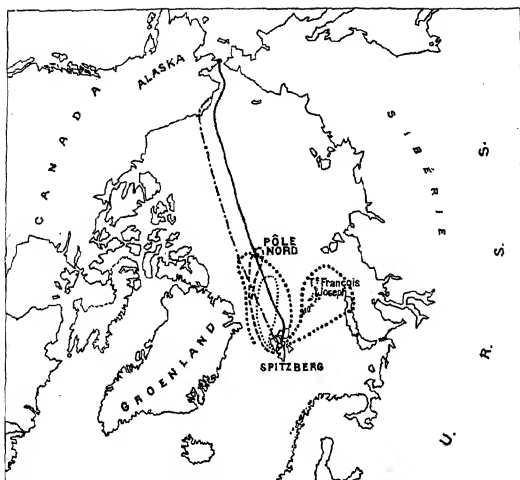
L'exemple du Canada est analogue, bien que l'œuvre de l'avion s'y inscrive sur une échelle nécessairement plus modeste. Au nord de la région des grandes plaines du Canada, s'étendent sur 5000 kilomètres d'est en ouest, et sur plus de 1000 kilomètres du nord au sud, la forêt et les étendues glacées du Grand Nord. Tous les transports, qu'il s'agisse de personnes ou de marchandises, se font, dans ces contrées, par la voie des airs. Ouvriers, prospecteurs de mines d'or, matériel et machines pour les centres miniers, vivres de toute nature, traîneaux, chiens et matériel de trappeurs, courrier enfin, empruntent la route de l'air, la seule qui puisse desservir les îlots perdus dans ce désert de glaces et de forêts, et dont la création pour la plupart, ou l'existence pour la totalité, est subordonnée à l'efficacité du faisceau de vie que crée l'avion. De petites agglomérations, restées, pendant près d'un siècle, de modestes comptoirs aux lieux de rendez-vous de trappeurs situés aux confins de la Toundra, ont découvert leur destination et sont devenues des centres habités, grâce à leur fonction d'étapes sur les routes aériennes desservant le commerce du Grand Nord. D'autres ont acquis une position de carrefours sur les lignes régulières se répartissant les régions du trafic : Sioux, Lookout, Mac Murray, Prince George, Stewart, Burns-Lake, Prince-Albert, Kenora, sont autant de bases hier encore inconnues, aujourd'hui plaques tournantes du trafic qui mène aux mines d'or, de cuivre et d'étain, aux points de pêche et aux points de chasse.

Là se remarque cette vocation particulière de l'avion qui n'est pas seulement le lien indispensable à ces régions privées de voies d'accès mais un instru-



Official U. S. Navy Photo.

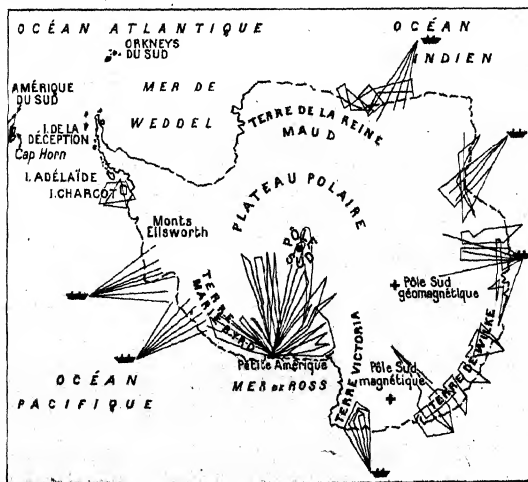
Une des premières photographies de la région des lacs de l'Antarctique, prise le 11 février 1947.



- Juin 1925. Du Spitzberg aux régions du Pôle par Amundsen, sur 2 Dornier-Wal, 2000 kilomètres.
- Mai 1926. Spitzberg-Pôle Nord-Spitzberg par Byrd sur Fokker, 2400 kilomètres.
- Mai 1926. Spitzberg-Pôle Nord-Alaska par Amundsen et Nobile sur dirigeable *Norge*, 4500 kilomètres.
- Avril 1928. Point-Barrow-Spitzberg par Wilkins et Eielson sur Lockheed-Vega, 3500 kilomètres.
- Mai 1928. Du Spitzberg à la Nlle Zemble et du Spitzberg au Pôle par Nobile sur dirigeable *Italia* 3600 et 2600 kilomètres.

Vols d'exploration du Pôle Nord.

Vols d'explorations et de relevés cartographiques effectués par les appareils des missions Byrd au Pôle Sud et sur le continent antarctique.



ment de travail qui s'adapte aux tâches les plus inattendues. Les prospecteurs d'or l'utilisent pour faire leurs recherches : un hydravion les dépose sur un lac ou sur un fleuve, leur fait survoler des milliers d'hectares, inventorier les coins les plus inaccessibles, leur permettant en quelques jours une investigation qui eut demandé, il y a vingt ans, des explorations dangereuses et interminables. Les gisements miniers des territoires du nord-ouest, notamment les mines d'or disséminées le long des lacs et des rivières arctiques, les mines de plomb et de zinc de la côte sud du lac des Esclaves, les mines de cuivre de la côte est du lac du Grand Ours, celles de Yellow-Knife ou de Rae, doivent à l'avion la majeure partie de leur équipement; les instruments de forage, tout le matériel d'installation ont été transportés par air; quelquefois même, les approvisionnements, les vivres y sont acheminés de la même manière. Les trappeurs, de leur côté, se font transporter dans les coins les plus isolés des étendues du Grand Nord, restant en liaison constante avec les centres civilisés par l'avion qui leur apporte sur place le courrier, les vivres, les marchandises et ramène en frêt de retour les produits de leurs chasses jusqu'aux grands entrepôts des villes centrales. Alors que le marché des fourrures n'avait lieu qu'au printemps, au retour des trappeurs du Yukon revenant des terres arctiques sur leurs traîneaux lourdement chargés au terme de la saison des chasses, l'avion, maintenant, assure journellement le trafic des peaux. Les cours ont été révolutionnés par cette régularité dans le trafic, la qualité des marchandises gagne à cette rapidité de transport, le travail lui-même s'est simplifié. Les durs hivernages illustrés par tant de romans font partie maintenant du domaine du passé : le trappeur n'est plus un aventurier, mais un homme d'affaires moderne.

Des centaines d'avions sillonnent ces régions : de 1930 à 1940, les transports aériens ont vu leurs statistiques plus que décupler, et les résultats des grandes compagnies aériennes des Etats-Unis leur sont inférieurs au point de vue du courrier et des marchandises.

Au nord-ouest du Canada, le territoire de l'Alaska, acheté par les Etats-Unis en 1867 à la Russie, n'avait jusqu'en 1940 que des liaisons par mer avec le territoire américain ; aucune route, aucune voie ferrée, aucune ligne intérieure n'incorporait l'Alaska à sa métropole. En 1936, les quelque 1250 kilomètres de routes carrossables et les 5000 kilomètres de pistes pour traîneaux constituaient le rudimentaire réseau de circulation entre la côte et l'intérieur du pays. A la même époque, le réseau aérien présentait déjà un développement considérable : 35 compagnies d'aviation opéraient des liaisons commerciales sur 121 terrains et 12 bases d'hydravions. Alors que la population blanche de l'Alaska était en 1938 de 30.000 habitants, les lignes aériennes transportaient 29.699 passagers et plus de 2000 tonnes de courrier et de frêt constitué par des objets de valeur peu pondéreux (métaux précieux, fourrures, etc.). Très tôt aux Etats-Unis l'importance de ce territoire a été reconnue en tant que porte de l'Extrême-Orient dont il n'est séparé que par le Détroit de Behring. En 1940, les U.S.A. et le Canada construisirent une route terrestre longue d'environ 400 km. suivant

le jalonnement des aérodromes primitifs par Edmonton, Fort Nelson, Whitehorse pour atteindre Fairbanks. La route aérienne en pleine exploitation depuis deux ans suit ce tracé, empruntant le territoire canadien entre Lethbridge et Fort-Dawson. Autour de cette vertèbre centrale rayonne, comme au Canada, le réseau des « *lignes d'or* » dont les plaques tournantes sont, pour l'Alaska, Fairbanks et Nome, appelées par ailleurs à prendre une importance considérable par suite de leur position de carrefour international en matière de transport aérien mondial.

C'est en Bolivie que nous chercherons un dernier témoignage du rôle vital dévolu à l'avion. Le Thibet mis à part, aucun pays au monde n'est si complètement paralysé par les servitudes du relief. Immense plateau d'une altitude moyenne de 12.555 pieds, la Bolivie est enserrée par les chaînes de la Cordillère des Andes dont les points de passage les plus accessibles s'étagent entre 12 et 14.000 pieds. Les finances boliviennes n'ont jamais pu faire face aux dépenses qu'entraîneraient les besoins d'un réseau ferré convenable; ce sont d'ailleurs les capitaux étrangers qui ont permis l'établissement des rares et modestes voies ferrées qui se dirigent vers le Pacifique et vers l'Argentine. C'est dans la partie orientale du pays que le problème des communications se pose avec le plus d'acuité. Cette région où dorment d'incalculables richesses naturelles n'a aucun débouché. Seule une ligne aérienne la relie au monde extérieur, si l'on néglige les affluents rarement navigables de la Madeïra et le mauvais chemin qui, de Santa Cruz de la Sierra, se dirige vers Yacuiba et la frontière argentine. Par les fonctions qu'il assume, l'avion fait partie intégrante de l'économie bolivienne. Aujourd'hui, les appareils du réseau aérien national parcourent 8 à 9000 km. et desservent la totalité du territoire. En 1947, 20.000 passagers, près de 50 tonnes de poste, 1100 tonnes de frêt lourd étaient transportés sur les routes de l'air de la Bolivie.

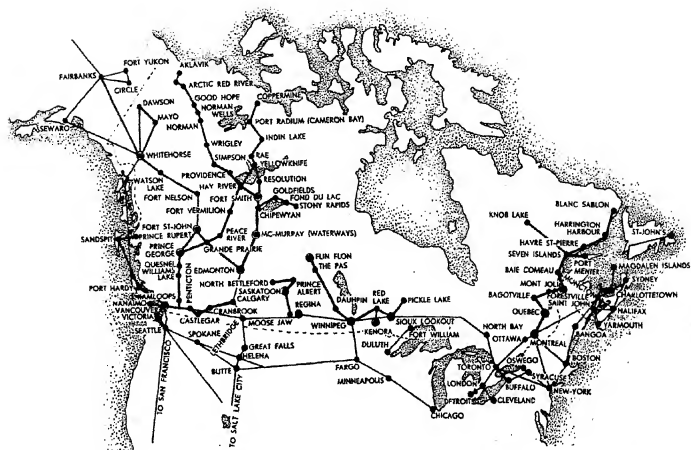
Il est évident que dans des régions de cette nature la valeur de l'avion ne peut en aucune façon être comparée à celle des moyens de circulation liés au sol. Dans toute l'Amérique du Sud, des zones jusqu'alors dépourvues de toute activité industrielle et économique s'épanouissent à la vie. Au Brésil, au Chili, en Argentine, l'homme a travaillé, en partant des bandes côtières, à la pénétration de ce continent massif. Les appareils des lignes aériennes apportent au cœur des vallées andines et des grandes prairies, le courrier, les vivres, la pensée.

Ce sont des transformations du même ordre qu'ont apportées en Australie (cet autre exemple de continent massif) les nombreuses utilisations de l'appareil aérien. Ce dernier est actuellement l'auxiliaire indispensable de l'éleveur, du médecin, de l'administrateur, pour le bien des hommes et de leur domaine.

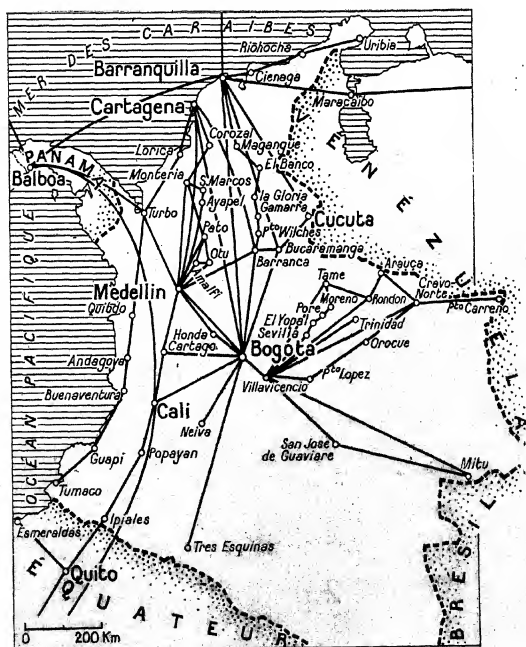
C'est bien la nature humaine de cette mission qui importe.

Les nations de vieille civilisation l'ont compris en ce qui concerne leurs colonies. Leur réseau aérien se ramifie jusqu'aux plus lointaines de leurs possessions pour en charpenter l'unité géographique et humaine en dehors même des motifs impérialistes qui l'ont suscité.

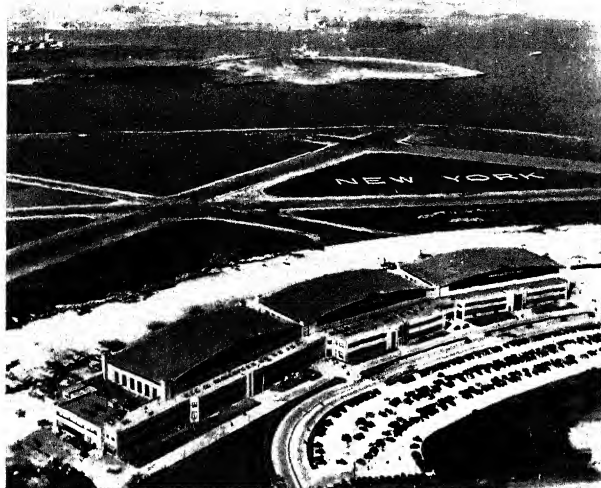
* * *



Les routes aériennes desservant le Grand Nord canadien et leur articulation sur l'Alaska.



Le réseau aérien de la Colombie.



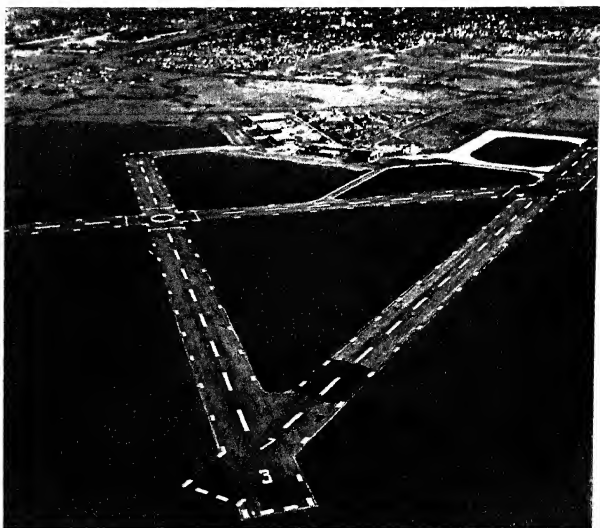
L'aérodrome de New-York.

American Overseas Airlines Photo.

Une piste d'envol de l'aérodrome d'Edmonton
(Canada).

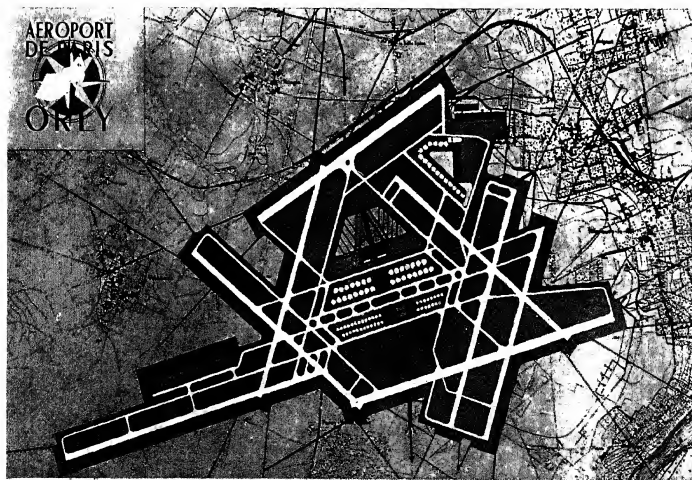
National Film Board Photo.

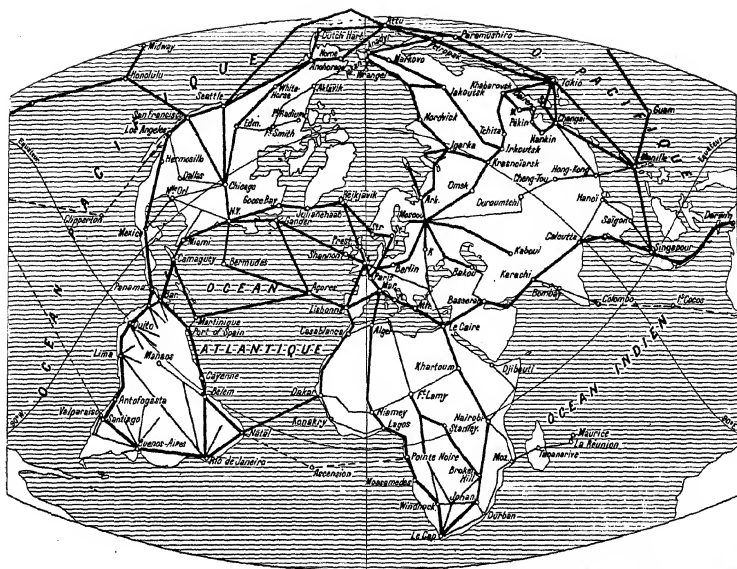




L'aérodrome de Regina, Saskatchewan (Canada).

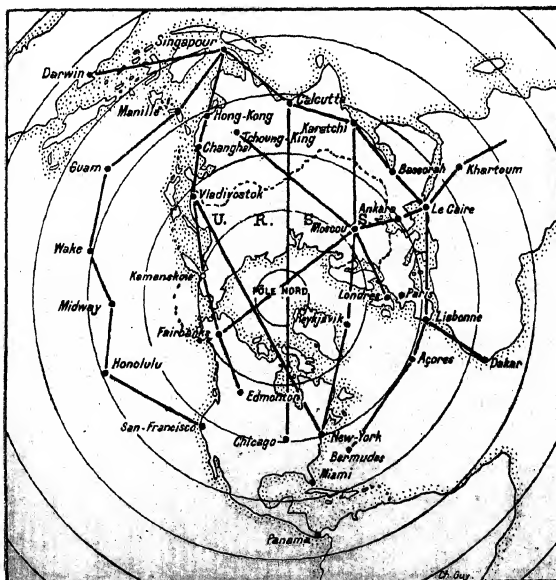
L'aéroport mondial d'Orly doit être le nœud aérien le plus important d'Europe. Il pourra recevoir six millions de voyageurs par an. Ses pistes, ses aires de stationnement, ses installations techniques, lui permettront d'assurer quatre-vingts mouvements d'avions à l'heure, quelles que soient les conditions atmosphériques. La construction d'une cité de vingt-cinq mille habitants est prévue à proximité du terrain, pour loger tout le personnel dont l'activité est liée à celle de l'aéroport. L'ensemble constituera une des plus grandioses réalisations de notre siècle dans le domaine de la technique et de l'urbanisme.





Lignes aériennes mondiales en 1948.

Documents Service cartographique de la Revue générale de l'Air.



Lignes d'orthodromie.

En 1938, les routes de l'air couvraient 500.000 kilomètres; les 2000 appareils marchands qui les sillonnaient y parcoururent 350 millions de kilomètres dans l'année. Voilà ce que l'on a coutume d'avancer lorsqu'on dresse la statistique de l'expansion aérienne. A considérer le fait, on pourrait supposer que cette prodigieuse croissance, accomplie dans un laps de temps aussi court, ait entraîné une modification physionomique profonde dans le tableau général de la circulation humaine. En réalité, ces sommes de distance valables à l'échelle du monde n'ont presque pas modifié l'aspect des échanges. Certes, celui qui étudie et classe les phénomènes ne néglige pas leurs dimensions, mais ce n'est jamais la dimension à elle seule qui peut lui fournir un critère satisfaisant. De même, ici, ce n'est pas l'élévation du nombre qui nous importe, c'est la nature propre de la route qui s'impose à notre investigation.

Ce que Ratzel a fait pour les routes terrestres qui relient entre elles les agglomérations humaines, doit être tenté un jour pour les routes de l'air: leur physionomie correspond en effet à un degré donné de l'interdépendance des groupes humains.

En tant que fait géographique, le système aérien de 1938, reflète exactement l'état anarchique des relations internationales du monde. La route aérienne 1938 offre rarement un tracé neuf: elle est calquée le plus souvent sur des itinéraires préexistants dont elle adopte les parcours. Elle s'installe en parallèle des voies maritimes et terrestres. Cela pour deux motifs:

D'une part, depuis le XX^e siècle aucune improvisation de traits neufs n'est possible sur le globe. Les bornes du monde sont atteintes et les terres se trouvent partagées, jalonnées de frontières aussi bien dans les déserts et les étendues vierges des Tropiques ou des glaces polaires que dans les zones habitées. Evidemment, les hommes en murant la terre n'avaient pas pensé à l'avion et ce dernier, lorsqu'il s'imposa, n'eut plus la liberté de se frayer un passage sans porter atteinte à un droit existant. Il fallut donc lui ménager des itinéraires qui respectent ces barrières et dans la plupart des cas, le seul moyen était de faire épouser à la route aérienne l'alignement fixé aux voies de terre ou de mer. Nous retrouvons dans cet état de chose l'obstacle invincible qui, tout au long des siècles, fut illustré par la fortification, expression géographique de la lutte contre la circulation. Les faits de l'air sont accompagnés, comme tous les faits de communication, de mesures prémunissant l'ordre préexistant contre l'empiètement nouveau. A ce point de vue, la frontière n'est que l'expression moderne pour l'avion de ces colossales contradictions historiques que furent pour le commerce ancien les grandes murailles de Chine et du Pérou, ou les murs de Russie élevés sur les bords du Dniepr. La plupart des routes aériennes, avant la guerre, se sont développées à la suite et littéralement à l'abri du rideau des nationalités.

L'autre motif se dégage de l'état de fait des communications issues d'un passé récent. Tout empire moderne se développe comme un grand effort de syn-

thèse économique dans lequel chaque territoire est appelé à jouer son rôle. L'articulation géopolitique de chaque partie est assurée essentiellement par le réseau des voies qui la relie à la métropole.

Pour l'Angleterre, peut-être plus que pour toute autre nation, ce fait a été l'élément le plus marquant de son organisation des terres britanniques. Son habileté et son audace ont permis à la Grande-Bretagne d'atteindre au siècle dernier à une hégémonie mondiale. Malgré son isolement géographique, mais grâce à ses voies maritimes, sa politique au siècle présent était orientée jusqu'en 1940 vers le prolongement d'une position économique dont elle voulut conserver tous les avantages, prolongement qui se traduisit dans la forme, mais jusqu'à l'obsession, par la garde de toutes les routes du monde. Son système de circulation a été le plus fidèle instrument de sa puissance et il est permis de penser que jamais aucune nation n'a disposé d'un gage de domination aussi formidable. L'avion fut soumis implacablement à cette loi de structure. De 1920 à 1939, les règles de développement qui avaient présidé à l'établissement des routes maritimes au XIX^e siècle, servirent à nouveau de leitmotiv à la composition du réseau aérien. Gibraltar, Malte, Chypre furent pour l'air les points d'impact de la route méditerranéenne. Le passage du Moyen-Orient par la Palestine, réalisant la liaison Alexandrie-Golfe Persique en direction des Indes, prit bientôt le nom de « canal de Suez de l'air ». La route transafricaine du Caire au Cap réalisa enfin le grand projet impérial de Cecil Rhodes resté inachevé par terre, tandis qu'au delà des Indes, Singapour, emporium maritime de l'Extrême-Orient, accédait au rang de carrefour aérien pour toutes les routes de l'empire desservant l'Australie et le Pacifique.

Sur des bases assez comparables, mais avec un tout autre but, l'Allemagne hitlérienne tenta de réaliser par la route de l'air son rêve séculaire du chemin de Bagdad. En quelques années la *Lufthansa* atteignit l'Iran et l'Afghanistan sur le flanc des Indes Britanniques. Ce pays offrait un pauvre marché pour les produits allemands, mais la position était de choix pour contrôler le Moyen-Orient et réaliser la stratégie traditionnelle que n'avait point permis le début du siècle. Ce sont, en fait, les mêmes desseins que poursuivait l'Allemagne en Amérique du Sud avec la création des lignes aériennes en Bolivie, au Venezuela, au Chili et au Brésil. Mais dans cette zone du monde, la voie de l'expansion allemande luttait contre sa concurrente américaine. Principal atout de la diplomatie de Washington, l'avion, en effet, s'emparait une à une des grandes artères aériennes du continent sud-américain. Comme l'a écrit H. Mourer : « De même que la voie impériale conditionnait la grandeur romaine et son maintien, de même que, fait d'un dur mortier, le réseau routier permit à l'Inca de constituer son Empire Socialiste des Andes, la route aérienne panaméricaine exprime de nos jours l'emprise des Etats-Unis sur l'hémisphère continental. » Dans le même temps, l'U.R.S.S. unifiait suivant le même processus son gigantesque territoire. Compensant par la vitesse la dissymétrie considérable de Moscou, capitale excentrée, les routes aériennes s'inscrivirent bientôt en traits d'union puissants entre

les républiques fédérées. Dès 1932, l'*Aéroflot* groupait treize directions régionales réparties suivant le plan des divisions géographiques et économiques de l'immense Union : Moscou, Kiev, Leningrad, Saratov, Rostov, Tiflis, Sverdlovsk, Irkoutsk, Khabarovsk, Novosibirsk, Aktioubinsk, Alma Alta, Tachkent. Il faut suivre le développement méthodique des transports aériens soviétiques à la faveur des plans quinquennaux, pour avoir une vision exacte de son impressionnante rigueur : au début de 1931, le réseau aérien n'avait que 26.300 kilomètres ; moins de trois ans après, il atteignait la longueur du réseau américain (44.300 kilomètres), et en 1939 il couvrait 106.000 kilomètres. Ainsi, le gouvernement de l'U.R.S.S. enrichissait singulièrement la trame de ses communications en marquant du même coup, par l'avion, l'unité de tous ses territoires depuis la Mer Noire jusqu'aux rives du Pacifique.

A travers le monde, chaque nation adaptait donc la route de l'air à ses propres besoins. Mais si les gouvernements se préoccupaient de l'équipement particulier de leurs espaces, par contre ils marquaient une certaine indifférence à rechercher une suffisante coordination de leurs efforts. A vrai dire chaque réseau se développait isolément du voisin, voire même concurremment. De ce fait, les grands axes du trafic aérien mondial n'offraient, en 1938, aucune cohérence. Les réseaux nationaux étaient peu ou mal articulés entre eux, et par suite de l'absence d'accords satisfaisants, leurs lignes, contraintes à d'importants détournements imposés par les frontières, souffraient économiquement d'un manque évident de contacts efficaces.

Par exemple, en Europe, il était impossible de prendre l'avion à Lisbonne et de voler sur une route continentale jusqu'à Varsovie. Il fallait changer d'appareil au moins deux fois et accomplir le parcours par tronçons, en zig-zag.

Pendant des années, la route britannique en direction de l'Egypte, des Indes et de l'Australie, fut irréalisable par suite des interdictions soulevées par les pays du vieux continent. Longtemps l'Angleterre fut obligée d'en fixer le point de départ aux rivages méditerranéens. Les passagers pour l'Egypte voyageaient par chemin de fer de Bâle jusqu'à Gênes et de là prenaient l'hydravion pour Alexandrie. Durant une courte période, il fallut même modifier cette section européenne de la route et emprunter la voie ferrée par Bâle, Budapest pour rejoindre à Salonique les hydravions de la Méditerranée. En 1933, après une reprise temporaire du trafic primitif, un accord avec le gouvernement italien intervint. Mais une difficulté nouvelle et imprévue surgit, car la France ne voulut accorder le transit aux *Imperial Airways* qu'à des conditions trop draconiennes pour être acceptables. En fait, ce ne fut qu'en 1937, que le parcours en chemin de fer jusqu'à Brindisi fut supprimé et que Southampton devint la base métropolitaine des hydravions des routes impériales. On pourrait s'étonner que dans le but d'arriver plus rapidement à exploiter leurs lignes, les *Imperial Airways* n'aient pas accepté de réaliser la route grâce à un accord de pool avec la France et l'Italie. Mais il ne faut pas oublier que, outre les difficultés créées

par les deux gouvernements mentionnés, la mission confiée aux *Imperial Airways* impliquait pour elles l'obligation de constituer des *lignes exclusivement anglaises*. Cela illustre l'intransigeance britannique qui voulut, pour des raisons de prestige, que ses routes de l'air soient immuablement « all red » au même titre que ses routes maritimes.

C'était d'ailleurs le propre de chacune des nations d'Europe que de concevoir un réseau limité à ses intérêts exclusifs.

Six routes intercontinentales *différentes* créées par six Etats traversaient la Méditerranée : celle de l'Allemagne, de la Belgique, de la France, de la Grande-Bretagne, de l'Italie et des Pays-Bas.

La France, pendant plusieurs années, étudia la possibilité d'une route aérienne avec Madagascar. Cette voie reçut l'épithète de route fantôme car, pendant plus de dix ans, sa réalisation se heurta à l'opposition de l'étranger. En fait, Madagascar fut reliée à la Métropole en 1938, mais seul un accord de service alterné fut passé entre *Air-France*, *Air-Afrique* et la *S.A.B.E.N.A.* belge. Aussi les routes créées ne furent pas les mêmes et tandis que la voie française suivait le parcours Paris, Marseille, Alger, El Golea, Gao, la compagnie belge adoptait celui de Bruxelles, Marseille, Colomb-Bechar, Gao.

Une des routes aériennes les plus importantes du monde est celle qui relie l'Europe à l'Asie et qui se ramifie vers l'Extrême-Orient et l'Australie. La France, la Grande-Bretagne, les Pays-Bas qui ont d'importants intérêts dans cette zone du globe, se sont intéressés au premier chef à cette artère ; or, il ne fut jamais question d'organiser cette route en commun.

La France atteignit l'Indochine à la suite du prolongement de sa ligne Marseille-Tripoli. Indépendante de la première, la ligne britannique prit naissance au Caire, raccordée ainsi à la route d'Afrique en direction du Cap, ce qui conférait à la capitale égyptienne l'importance d'un carrefour impérial. Les Hollandais, dont la route survolait l'Europe centrale pour s'élancer d'Athènes vers le Moyen-Orient, suivaient une ligne Rhodes-Alexandrie jusqu'à Bassora (tronçon parallèle à la route britannique) puis longeaient le nord du Golfe Persique (la ligne britannique en survolait le sud) pour atteindre l'Extrême-Orient par les Indes. Ce fut la *K.L.M.* qui atteignit la première cette zone en 1939. Les Anglais, dont la route des Indes s'arrêtait à Karatchi, ne voulurent pas admettre qu'un service hollandais puisse survoler les Indes plutôt qu'un service britannique. Le gouvernement des Indes refusa l'autorisation de passage à la *K.L.M.*, donnant pour raison que les aérodromes et le balisage des communications aériennes n'étaient pas encore en état d'être utilisés pour un trafic continu. La compagnie hollandaise ayant précisé qu'elle se chargerait de toute l'infrastructure nécessaire au transport aérien régulier, n'obtint pas cependant satisfaction. Alors la Hollande passa aux représailles : le droit de passage sur les possessions de l'Insulinde fut refusé à la Grande-Bretagne pour sa route Indes-Australie. Après différentes tentatives entre Singapour et Darwin, au cours desquelles les *Imperial Airways* tentèrent d'instaurer une route évitant les territoires hollandais, les

milieux britanniques durent s'avouer vaincus et peu de temps après (1930) la *K.L.M.* reçut l'autorisation de reprendre ses vols entre Amsterdam et Batavia *via* les Indes. Cette esquisse de l'histoire de la route-air Europe-Asie caractérise le *déroutement politique* qui a présidé constamment à l'essor de toutes les communications inter-continentales, déroutement politique imposé par les compétitions de chaque nation qui n'accordaient sur la route de l'air aucune limite au prestige.

La grande ligne transpacifique des *Pan American Air*, établie en 1935, n'a pas échappé à cet impératif politique. Venant des îles Hawaï, s'appuyant sur la forteresse de Guam, elle atteignait Manille en 1938 et pu être prolongée jusqu'en Chine où elle se raccordait, à Hong-Kong, au réseau intérieur chinois dont les principales artères étaient exploitées par une entreprise américo-chinoise, la *China-National-Aviation-Corporation*.

Ces divers exemples illustrent un fait : les routes aériennes de 1938 ne répondaient que très imparfaitement à la vocation économique du transport par air. Véritablement à l'époque, le réseau n'avait, à l'échelle du globe, qu'une signification réduite. Peu importait aux gouvernements intéressés les considérations humaines ou commerciales. L'avion pour elles n'était pas encore un *outil*. La conception était spécifiquement anti-économique et ne concernait jamais directement le courant probable des échanges, pas plus que le trafic spécifiquement défini qu'aurait pu drainer au long de ses itinéraires, la route de l'air conçue selon les données des échanges.

En dehors de ces voies vides de richesses encerclant le globe, une autre trame beaucoup moins connue et presque invisible s'épanouissait sur la terre des hommes. Plus des 2/3 des routes de l'air étaient constitués par des *circuits locaux répondant, eux, à des besoins économiques et humains*. Ces modestes chemins se développaient dans certaines zones du globe pour lesquelles l'avion, délivré des contraintes politiques, pouvait s'affirmer comme un *outil de travail* précieux. Ces chemins au fur et à mesure de leur épanouissement s'associaient intimement aux travaux de l'homme. Le long de leurs tracés, l'avion se vouait à sa tâche avec soin. On a appelé ces modestes chemins lignes d'apport, lignes de réacheminement. Leur dessin restitue assez exactement le schéma de l'intensité de la vie économique qui les a fait naître. Ces routes secondaires marquent seules, dans chaque zone où elles se sont instituées, le véritable sens humain du fait aérien avant 1939. Que l'on parle des réseaux locaux de la Sibérie, de l'Asie centrale, du Canada, de l'Afrique du Sud ou de l'Afrique centrale, des lignes du Pérou, de la Colombie ou des services intérieurs du Brésil et de l'Argentine, il y a là des faits de circulation nouveaux qui font apparaître pour la première fois des zones dotées d'une articulation aérienne, sans doute modeste dans sa technique, mais très précisément adaptée aux besoins du commerce des hommes.

La guerre allait agir comme une forcérie sur l'avion et transformer radicalement le réseau mondial de ses voies. L'espace et le temps sont restés les deux

principaux facteurs de la stratégie depuis des siècles. Et, tandis que renaissait le vieil et éternel impératif de la rapidité du transport des forces depuis leur source jusqu'au champ de bataille, l'avion se vit confier très largement l'acheminement des moyens humains et matériels, car sa route offrait le moyen accéléré de modifier les rapports de distance et, par là même, l'équilibre des forces en présence.

Il est évident que les entreprises des Allemands en Norvège, la résistance italienne en Afrique orientale, la rapidité foudroyante de l'avance allemande en Europe centrale et les opérations à l'Est n'ont été possibles que par l'utilisation intensive d'un réseau de transport aérien solidement organisé. Ce réseau, l'Italie et le III^e Reich l'avaient minutieusement préparé sous couvert de certaines de leurs fameuses routes de prestige, dont ils furent les seuls, au départ, à saisir la signification pour le transport de leurs forces. Dès septembre 1940 tandis que l'Italie confiait à un organisme unique l'exploitation de guerre de ses communications aériennes, les dirigeants de la *Lufthansa* prenaient le commandement des unités allemandes de transport militaire. Cette organisation disposa non seulement du parc et du réseau des compagnies civiles réquisitionnées, mais d'un grand nombre de pacifiques *J.U. 52*, construits en grande série quelques années avant la guerre pour constituer le gros de cette flotte de risque.

La mobilisation des routes aériennes permit à l'Axe de réaliser le ravitaillement d'un front allant du Cap Nord à la mer Noire et aux sables d'Afrique.

L'Empire britannique avait de son côté à tenir un front immense de l'Islande à Singapour. Il devait faire face en outre au ravitaillement de ses propres troupes et à celui de ses partenaires. En regard de ces lourdes charges, ses anciennes routes impériales étaient menacées de toutes parts, sa flotte aérienne pauvre en avions de transport, son organisation civile techniquement insuffisante. Dans le même temps, l'Amérique profitant un peu tard des leçons sévères que lui offrait l'effondrement européen, improvisait avec fièvre un réarmement accéléré. Au cours de cette période antérieure à Pearl Harbour, le gouvernement des U.S.A. s'employa à regrouper les transporteurs aériens, à synchroniser leur action, à unifier leurs moyens et à établir des routes de communication à travers l'Atlantique, installant des stations météorologiques et des terrains d'atterrissage au Groenland, étudiant la possibilité de liaisons arctiques. Quand vint l'attaque japonaise le 7 décembre 1941, l'essentiel du plan des routes aériennes était tracé. La prise de Wake et Guam, têtes de pont de routes transpacifiques, fut la dure rançon de ce manque de préparation dans la défense des lignes : « Nous sommes parvenus, à la dernière seconde, à empêcher que les Japonais ne courent nos routes de communication. S'ils avaient réussi à le faire, ils auraient conquis tout le Pacifique et nous aurions mis des années à les en chasser. » Le danger exprimé par ce jugement du général H. H. Arnold fut ressenti profondément par toute la nation. L'aphorisme « *Airways are lifelines of defence* » (les routes aériennes sont les artères vitales de la défense) lancé par l'association américaine des transports aériens, connut alors la plus extraordinaire fortune.

Il venait souligner un peu tard le véritable sens de la mission de la route de l'air dont l'Allemagne et l'Italie avaient su à temps tirer tout le profit réel. La Grande-Bretagne comme les U.S.A. et leurs alliés, après avoir laissé s'étioier dans l'avant-guerre cette source même de vie pour l'économie et la sécurité au profit d'inutiles et dispendieuses erreurs, durent consacrer leur énergie et leurs ressources à réparer ce retard. Les résultats furent à l'échelle de leurs forces.

Le gouvernement britannique abandonna évidemment plus d'une route au profit de nouvelles voies plus adaptées aux communications de guerre. Les compagnies civiles continuèrent d'abord leur travail en coopération avec la *R.A.F.* Puis fut instauré un minimum d'unité dans les opérations, ce qui entraîna la concentration des types différents d'avions et d'hydravions et l'introduction d'un entretien standard. Les bureaux de développement technique travaillèrent à cette unification colossale. Des dix-sept compagnies opérant avant guerre dans l'ensemble de l'empire, huit seulement restèrent en service à l'intérieur de la métropole et sept d'entre elles fusionnèrent pour former l'« *Associated Airways Group* ». Enfin, le matériel et les hommes furent versés à l'« *Air Transport Auxiliary* ». En 1941, l'*A.T.A.* assuma définitivement le transport des troupes et la livraison des nouveaux appareils de guerre aux bases impériales de la *R.A.F.*, en Afrique, aux Indes, en Australie et sur tous les fronts. L'*A.T.A.* ne cessa plus, jusqu'à la fin des hostilités, de parcourir l'immense réseau des routes de l'air mobilisé pour la victoire. Quand on sait ce qu'a été sa contribution, on comprend mieux la fameuse phrase de Winston Churchill: « Comment a-t-on pu accomplir cette tâche immense » avec si peu de gens et si peu de choses ? »

Parallèlement, sur le plan américain, l'*A.T.C.* (*Air Transport Command*) permit de résoudre les problèmes complexes de l'approvisionnement et du ravitaillement en armes qui incombèrent à l'Amérique pour le soutien de ses troupes au delà des deux océans. En moins de 3 ans et demi, l'*A.T.C.* devint la plus importante organisation de transport aérien du monde, encerclant et traversant en tout sens le globe par un réseau de 160.000 milles, distance qui représente plus de six fois la valeur du tour de la terre. Ces routes étaient plus que de minces veines rouges tracées sur les cartes aéronautiques : « Elles furent véritablement les » artères battantes par lesquelles une force immense fut amenée aux centres » vitaux des alliés ». Une moyenne de 100.000 passagers par mois fut transportée outre-mer, en 1943 ; 7.600.000 km. furent parcourus dans le même temps. Ce chiffre devait s'élever progressivement et atteindre en 1944, 544.000.000 de km.

En U.R.S.S. l'effort fut du même ordre. L'aviation soviétique soutenue par l'aide américaine concentra toute sa puissance au service des transports de guerre. Sous l'interminable nuit polaire, la route de l'Alaska par les Aléoutiennes fut la voie empruntée par les pilotes russes qui allaient chercher jusqu'à Edmonton le matériel américain. Ils le convoyaient alors en direction du front d'Europe par Nome, Anadyr, Irkoutsk et la ligne aérienne transibérienne.

L'ampleur même et la complexité des moyens à mettre en œuvre exigeaient des communications à l'échelle du conflit planétaire : adaptée à sa fin propre de transport, la route aérienne trouvait pour la première fois sa véritable vocation et du même coup acquérait définitivement une importance incontestée.

Cette accession définitive à l'économie n'est point cependant la seule conséquence de la guerre sur la nature et la physionomie de la route aérienne. Revenons en arrière. Souvenons-nous que le réseau aérien de 1939 s'articulait en grande partie sur les courants commerciaux préétablis et qu'à ce titre l'Europe industrielle, zone de source et de répartition la plus importante du globe pour l'épanouissement des voies de communications, avait imposé au réseau aérien la force même de sa position séculaire. Or, les soubresauts de la lutte devaient ruiner cet état de fait par la rupture des courants d'échange classiques. La fermeture du marché européen, puis son effondrement, contraignirent les pays étrangers à se ravitailler ailleurs, à s'équiper eux-mêmes. De nouveaux foyers industriels ont ainsi pris naissance. Leur apparition provoque actuellement une transformation profonde de la physionomie du monde économique qui était divisé, il y a dix ans encore, en pays producteurs et en nations-clientes. De nouveaux exportateurs alimentent les échanges entre nations, et les nouveaux foyers de vie économique attirent à eux les mailles du réseau des voies de communication. Les parcours se modifient : de vieilles routes perdent leur monopole de trafic au profit de nouveaux itinéraires. L'attraction de la route aérienne et son influence sur cette gigantesque évolution s'affirment sur tous les points du globe ; insensiblement les zones de source et de croisement du trafic aérien se localisent sur chaque continent et révèlent les futures conjonctures du commerce et des échanges. Tels lieux lointains perdus au bout du monde comme Edmonton, Nome, Dawson, se campent aujourd'hui au carrefour des futures grandes routes de la terre. En Afrique, Dakar, Karthoum, Le Cap, deviennent d'importantes plaques tournantes où se croisent, se groupent pour se diversifier ensuite, de nombreuses lignes en provenance de tous les continents. En Amérique du Sud un certain nombre de nœuds de convergence de même nature se précisent au long des axes du trafic aérien panaméricain, dans le temps même où le Brésil et l'Argentine accèdent rapidement au rang de grands centres industriels. Sur l'autre face du globe, la même évolution se poursuit en U.R.S.S., où les communications par air, conçues en fonctions des réalités géographiques, se détachent sans effort des attractions périmées valables hier pour la circulation terrestre ou maritime : l'avion s'oriente vers des données conformes à la future économie planétaire. Certains aéroports d'Europe ou d'Asie préfigurent d'importants carrefours ; Anadyr, tête de pont commandant les arcs du grand cercle polaire, se double d'Alexandrovsk desservant les lignes qui se développent dans le Pacifique Nord. Vladivostock, antique place de commerce au terme des routes de terre et de mer, se destine au rôle de centre de distribution sur l'Asie des réseaux chinois et mandchous, au même titre qu'Irkoutsk, à la fois escale d'avenir le long des lignes intercontinentales et axe du système aérien desservant les

républiques de l'Asie Centrale. Tachkent capte aux portes de l'Inde les trafics en provenance du Nord et de l'Ouest tout en accentuant son attraction en direction du Sud. En Moyen-Orient, Bakou et Tiflis servent de centres de dégagement en direction du Golfe Persique comme en Europe Leningrad et Odessa vers l'Occident.

Ainsi le monde géographique se précise de plus en plus comme un monde extra-européen. L'Occident méditerranéen, perdant le contrôle des nouvelles voies, risque de se laisser intégrer par mille tentacules lointaines, pour tomber au rang de zone de transit traversée en tous sens par les routes de l'Est et de l'Ouest.

D'autre part, le réseau aérien glisse insensiblement vers l'hémisphère nord. Ce phénomène fournit une vision précise de l'importance prochaine que prendront les déserts de glace du Pôle, qualifiés déjà, par certains auteurs, de Méditerranée arctique.

Enfin la route de l'air se stabilise dans la mesure même où le sol tend de plus en plus à en fixer les carrefours et à en contrôler le tracé rigoureux. Les progrès techniques qui ont permis l'équipement de son infrastructure, ont eu, en effet, pour conséquence de river à la terre ses points d'appui (aérodromes, stations de radio-guidage, radio-phares, stations météo...) et l'homme leur confère chaque jour une permanence de plus en plus certaine par l'installation d'appareillages scientifiques qui en matérialisent le soubassement. Par là même, la route aérienne peut conditionner une répartition nouvelle de la puissance mondiale et devenir l'élément décisif d'une hégémonie totale. Le vieux mythe de la possession des chemins du monde est derrière nous et, à chaque époque, la vie des empires s'est identifiée à la force de leurs routes.

Paul-Emile Victor estime déjà que les points-clés du globe se situent en treize points qui sont précisément autant de carrefours des routes de l'air : Natal, Dakar, Bagdad, Calcutta, Darwin, Formose, Sakhaline, Fairbanks, Nome, l'Irlande, le Spitzberg... Avant lui, G. T. Renner avait entrepris l'étude systématique des futures bases de contrôle des routes planétaires et dégagé les mêmes hypothèses.

Les routes aériennes modifient donc radicalement le visage de la terre, en conférant progressivement à chaque contrée des contours et des dépendances insoupçonnés. Cette transformation apparaît de façon frappante quand on considère le dessin différent de l'ossature du réseau aérien 1948 en comparaison du système de 1939. Le globe est actuellement sillonné par les avions de 170 compagnies de transports qui effectuent par semaine 19 millions de kilomètres. A ce chiffre s'ajoute le trafic intense des organismes privés de transport à la demande, dont les appareils sont milliers sur les chemins du ciel.

Cette croissance est si rapide qu'elle semble presser le cours normal du temps. Elle justifie les paroles prophétiques, prononcées il y a un siècle par J. G. Kohl, auteur du premier traité systématique de géographie des communications : « L'air » est partout et forme une base toujours continue et ininterrompue pour les communications. L'air est sans doute l'élément le plus parfait du trafic et rend

» possible la méthode de locomotion la plus grandiose et la plus libre pour
» l'homme. Mais cet élément semble être réservé pour des temps d'un esprit plus
» inventif et plus florissant dans lesquels les communications atteindront la
» perfection la plus grande, le développement le plus puissant et la liberté la
» plus magnifique. »

Les routes aériennes sont présentement à la recherche de cette conjoncture idéale.

A LA RECHERCHE D'UN ÉQUILIBRE PLANÉTAIRE

L'avion représente maintenant un facteur de force dont dépend en grande partie l'évolution proche de notre forme de civilisation. Cette machine puissante n'est plus simplement pour l'homme un outil merveilleux qui le rend apte à explorer ou à exploiter les terres les moins accessibles : dans son vol imperturbable ou s'amenuise l'échelle des continents, l'homme prend soudain conscience de découvrir en une seule vision le monde comme un tout. Parce que son être s'est évadé de la prison des surfaces spatiales, son esprit maintenant s'essaye à penser en termes planétaires.

Déjà il révisé ses conceptions géographiques. La carte de Mercator, créée depuis trois siècles pour les besoins de sa navigation maritime, lui paraît une œuvre périmée : ses données faussent les positions respectives des continents et déforment les surfaces au même titre que les maladroites représentations des antiques portulants. Aux instructions nautiques demeurées jusqu'à ce jour le fil d'Ariane des communications entre les rivages de ses terres d'élection, il substitue les tracés orthodromiques : l'arc de grand cercle devient le postulat de base, et sa trajectoire sobre, rectiligne, impersonnelle, évoque déjà le trajet rigoureux de l'astre auquel se hausse l'avion, dans sa ronde qui s'accélère autour du globe.

L'homme soupçonne la géométrie non-euclidienne d'être désormais plus réelle que l'autre, et apprend à négliger la portée de notions purement rationnelles, comme le sont ces absolus fictifs du temps et de la distance.

Il s'installe dans un âge nouveau dont le terme d'évolution sera pour lui l'unification du monde : c'est bien l'aviation que désigne Charles Morazé quand il pose le principe selon lequel la civilisation sera une ou disparaîtra.

En vérité, ces notions si nouvelles ne sont-elles point déjà le présage de la découverte fondamentale du XX^e siècle ?

P. CROCHET-DAMAIS.

LA TERRE ET LA VIE

DÉCOUVERTE DES FORMES

« Alors seulement, du haut de nos trajectoires rectilignes, nous découvrons le soubassement essentiel, l'assise de rocs, de sable et de sel où la vie quelquefois, comme un peu de mousse au creux des ruines, ici et là, se hasarde à fleurir. »

SAINT-EXUPÉRY — Terre des Hommes.

L'exploration du globe constitue une assez belle page d'épopée! Répondant au désir de l'homme de connaître plus et plus loin, les pionniers ont élargi le domaine connu jusqu'aux limites de la planète. Grâce à leur énergie, grâce aux moyens mis à leur disposition, de plus en plus puissants, de plus en plus perfectionnés, le tour d'horizon de notre monde est à peu près achevé; l'avion, à tire-d'aile, a fait franchir la dernière étape.

Cela ne veut pas dire que la surface de la terre soit partout bien connue. Que d'énigmes encore, dont les spécialistes eux-mêmes en sont à poser les données! Même les régions les plus familières sont encore loin d'avoir livré tous leurs secrets: aussi les savants sont-ils plus avides que jamais de tout ce qui peut venir compléter leur documentation, en multipliant les occasions d'analyse et d'observation. Que dire de l'immense foule des « spectateurs », des usagers de la vieille planète, qui sont si peu instruits du cadre où il leur faut vivre! Bien sûr, jamais autant de voyageurs n'ont sillonné le monde, jamais leurs itinéraires ne se sont entrecroisés avec cette fréquence et cette densité: les continents se sont rapprochés, les dimensions de la planète se sont pour ainsi dire rétrécies, du fait des vitesses réalisées, sur terre et surtout dans l'air. Mais une telle fièvre n'est pas spécialement favorable à l'observation! La grande majorité des hommes ne s'attache qu'à quelques sites exceptionnels, classés comme pittoresques, qui servent de décors à leurs loisirs. Pourtant la vieille figure ridée de la

terre vaut bien d'être contemplée ! La conquête de l'espace aérien et la photographie par avion viennent précisément de permettre que soit rassemblée une documentation nouvelle, d'une extraordinaire richesse : savants et non spécialistes y trouvent également leur compte. Aux premiers, elle offre la possibilité d'observations objectives largement étendues ; quant aux seconds, c'est un monde plein d'intérêt qui leur est révélé, s'ils apprennent à feuilleter ces pages nouvelles des « Archives de la Planète ».

Il y a deux manières de faire connaissance avec un pays : il y faut le patient cheminement, pas à pas, dans la nature, mais il faut aussi savoir s'abstraire des détails, pour procéder à la synthèse nécessaire. La première démarche apporte les observations concrètes ; elle consiste dans la « fouille » d'une région déterminée grâce à de multiples itinéraires. Le géographe colle alors à la glèbe, comme le paysan ; il marche attentif à toutes les formes, à tous les indices de structure, à tous les faits humains. Mais quelle compréhension des paysages aurait-il, quelle explication pourrait-il en tenter, s'il ne cherchait également à connaître des ensembles ? C'est alors qu'il retrouve volontiers sur la hauteur le voyageur avide, comme lui, de « points de vue » et d'horizons élargis. Les points hauts, les cimes, buttes dégagées ou éperons, clochers même dans les plaines, sont les sites d'élection qui provoquent une sorte de choc sensible et favorisent la synthèse : ils permettent non seulement d'établir « le signalement, la définition de ce coin de nature »¹ mais aussi de nouer le faisceau des signes observés pendant la prospection, et, tout simplement de méditer, en connaissance de cause, devant une nature rassemblée.

C'est d'ailleurs ce même besoin de l'esprit que satisfait l'étude de la carte. Une bonne carte topographique vise en effet à réduire une région dans des proportions connues, de telle sorte qu'elle puisse être embrassée d'un seul regard, un peu comme on le ferait d'un point haut. Si l'échelle n'en est pas trop grande, elle doit permettre de retrouver les formes essentielles du relief et les modèles caractéristiques. Malheureusement, au fur et à mesure que l'échelle augmente, la généralisation devient plus nécessaire du plan directeur, encore assez proche de la réalité par la masse des faits représentés, on passe par graduation, aux cartes topographiques et chorographiques, de plus en plus schématiques : on s'éloigne par là même toujours plus de la représentation objective des faits naturels.

Pourtant la variation d'intensité des hachures, le rapprochement plus ou moins grand des courbes de niveau confèrent à la carte une force d'expression, dont l'effet plastique peut encore être accentué par un éclairage oblique : on a ainsi l'illusion d'ombres portées qui font saillir les reliefs, notamment en pays montagneux.

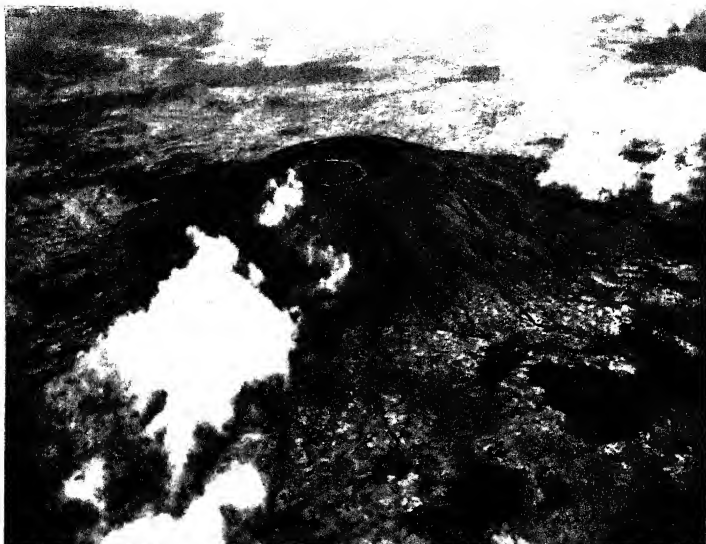
Mais, rien ne vaut encore, dans ce domaine, un bon « relief » de précision, comme il en existe, par exemple pour les Vosges ou pour les Alpes suisses : l'accent particulier de la topographie, le dessin du réseau hydrographique, tels détails significatifs comme la continuité ou la discontinuité de certaines surfaces

¹ Voir, à ce sujet, l'excellent « *Petit guide du voyageur actif* » de Pierre Deffontaines.



American Overseas Lines photo.

Eruption du Mont Hekla (Islande).
Panache de fumée. Progression d'une coulée au
milieu de laves plus anciennes, figées sur place.



Swissair photo.

Le Zakwala (Ethiopie).

Un des nombreux volcans qui marquent le bord faillé et instable de la grande fosse africaine. Malgré la jeunesse de la silhouette d'ensemble, le ravinement a attaqué les parois, dessinant un réseau divergent de « barrancos ».

Photo Armée de l'Air - 3ème Escadre.



Le cratère du Vésuve (Italie).

Type de cratère complexe. La bouche actuellement en activité forme un petit cône postiche, séparé par une dépression semi-circulaire (l'« Atrio-del-Cavallo ») de la « Grande Somma ». Celle-ci représente sans doute un témoin d'un cône plus ancien, décapité par une explosion.

ou niveaux, parfois même des indications sur la structure, y apparaissent avec une étonnante clarté. Le « relief » permet d'ailleurs de varier les angles d'observation et de supprimer au besoin les angles morts par une vision verticale: c'est déjà presque d'un survol qu'il s'agit. Mais les détails concrets tels que la végétation naturelle, les cultures, les établissements humains, font défaut: ils constituent pourtant, même pour l'interprétation des traits physiques, des indications précieuses, souvent significatives.

La photographie aérienne au contraire est une représentation concrète, objective, de la réalité. Les différents phénomènes, que l'ordre dispersé de nos disciplines nous ont habitués à séparer, apparaissent ensemble, superposés, ou plutôt, mélangés, comme cela se passe dans la réalité: relief, végétation, structure même, habitat, vie économique, tout s'y trouve: il n'y manque que la couleur, qui serait en certains cas si précieuse, par exemple pour l'étude de la végétation et des sols: mais une technique plus évoluée pourra combler cette lacune.

Aussi la photographie aérienne est-elle toujours employée avec succès pour la coordination des observations du sol, quand il s'agit de régions bien connues. Au fond, rien de plus géographique, si l'on veut bien se rappeler que la géographie elle-même, n'ayant pour ainsi dire, pas d'objet propre, n'est que l'étude synthétique de ces faits, et de leurs rapports avec le paysage.

Un deuxième avantage de la photographie aérienne concerne plus spécialement la reproduction du relief: il consiste dans la possibilité qu'elle offre de varier l'angle d'observation des paysages. Les formes apparaissent ainsi avec une originalité, et parfois une étrangeté, dont la vision terrestre les a dépouillées, en raison de l'habitude que nous en avons. Les vues plongeantes révèlent effectivement des aspects nouveaux, intéressants, notamment en ce qui concerne les parties hautes qui, de la Terre, ne sont le plus souvent aperçues que de profil: or il ne s'agit jamais de silhouettes plates, mais de volumes, qu'il est indispensable de connaître dans leurs trois dimensions. Par ailleurs, la vision oblique limite les angles morts: abaissant les écrans, elle multiplie les plans représentés et « rend » la profondeur des paysages.

Il va de soi que la vision par vue oblique à moyenne altitude n'est satisfaisante, pour la connaissance du relief, que dans une nature suffisamment dépouillée, ou de relief suffisamment accentué, comme il arrive dans les régions arides ou subarides d'une part, dans les hautes montagnes d'autre part. Partout ailleurs la surabondance des indications est une gêne pour le morphologue; il a besoin de lever les voiles dont la nature s'enveloppe, et de faire abstraction des surcharges que les manifestations de la vie ont inscrites sur la surface de la terre.

C'est ici qu'intervient un dernier avantage de la photographie aérienne: de même qu'elle facilite l'étude des formes en apportant des angles de vision nouveaux, de même elle permet d'éliminer les notations superflues, si l'on augmente l'altitude. Il suffit en effet de foncer sur le ciel, et de laisser la terre s'abîmer dans la profondeur, pour ramener la vie et ses manifestations à leurs justes proportions. Seuls subsistent alors les grands ensembles: c'est ainsi qu'on a pu

constituer, aux Etats-Unis, de vastes mosaïques de plusieurs centaines, parfois de plusieurs milliers de photographies prises à très haute altitude, qui, une fois contrôlées, éventuellement rectifiées et assemblées, donnent une image correcte et d'un seul tenant, de parties appréciables de la croûte terrestre : les lignes maîtresses du relief y apparaissent parfaitement, presque sans surcharge; c'est à peine si les grandes aires de végétation continue y ajoutent des colorations diverses, du reste fort suggestives. Il semble alors qu'on se trouve face à face avec la planète, et que l'on ait quitté la basse fosse où l'homme impose son empire dérisoire : ses terroirs s'effacent, ses villes de pierre, d'argile et de bois se fondent dans les matières primitives d'où elles avaient été extraites; seule subsiste l'architecture fondamentale, celle qui marque de traits majestueux la surface de la Terre.

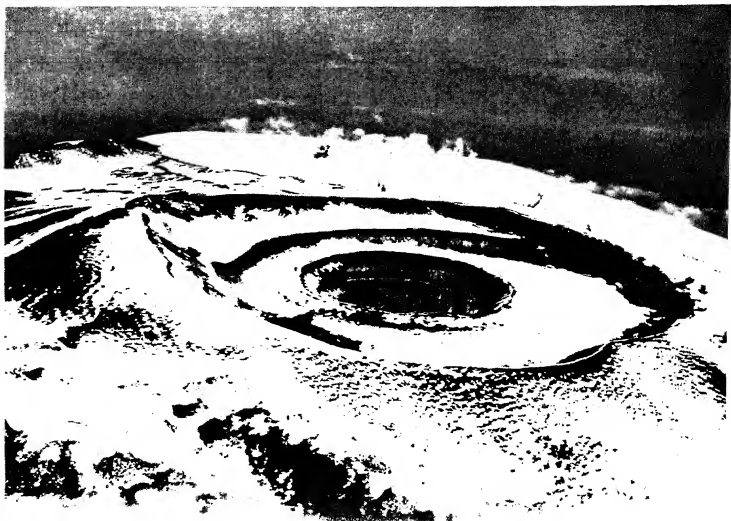
* * *

Encore ne suffit-il pas de contempler les images qu'une technique évoluée met à notre disposition: il faut essayer de les comprendre. Il ne s'agit pas en effet d'un assemblage de formes fantaisistes et désordonnées, mais d'un monde soumis à des lois générales : il en résulte une harmonie, du fait des rapports établis entre des forces divergeantes, tendant à l'équilibre.

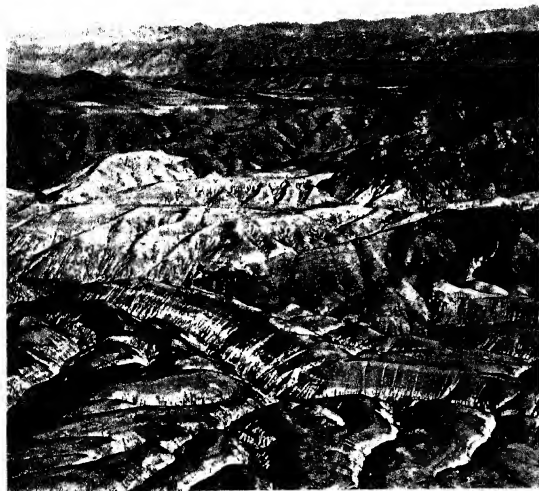
Les formes actuelles du relief revêtent un caractère essentiellement passager: si l'on parvenait à ramasser le temps, comme on est arrivé à réduire l'espace, on s'apercevrait qu'elles dérivent d'états très différents, et qu'elles s'acheminent vers des aspects non moins différents. Bien des secrets nous seraient ainsi livrés, que nous avons de la peine à entrevoir d'après les témoins plus ou moins intelligibles qui nous sont conservés, et en fonction des processus que nous voyons à l'œuvre.

La première source d'instabilité, c'est dans la profondeur elle-même de l'écorce qu'elle réside: malgré l'immobilité apparente des grandes masses émergées, et des reliefs actuellement constitués, certaines régions sont encore parcourues par des frémissements caractéristiques; c'est le cas notamment pour la bordure de l'Océan Pacifique, la Cordillère antillaise, le sillon africain et même, plus près de nous, la région méditerranéenne. Il s'agit en général de régions marquées par des plissements relativement récents ou par des fractures imparfaites consolidées.

C'est là surtout que des montées du magma en fusion construisent ces reliefs spéciaux que sont les appareils volcaniques. On en connaît la silhouette classique, dont la photographie aérienne donne des vues approchées, parfois fort impressionnantes. Elle provient de l'accumulation, à proximité d'un cratère, de matières ignées ainsi que de matériaux de projection, dont les plus grossiers, retombant les premiers, contribuent à l'édification du cône. Le cratère lui-même peut être un orifice parfaitement circulaire : tel est l'aspect presque géométrique que révèle la photographie aérienne du *Kibo*, en Afrique; le plus souvent les explosions ont ébréché la profonde chaudière engorgée de laves trop vites refroidies; enfin il arrive que des cônes secondaires se constituent, comme c'est le cas



*De G. R. Johnson: Peru from the air,
publié par la Société de Géographie
de New-York.*



Le cratère du Kibo (Tanganyika).

Cratère, parfaitement circulaire, de l'un des deux appareils volcaniques qui forment le massif du Kilimandjaro, en Afrique orientale. L'altitude (6.300 m.) explique l'enneigement, malgré la position sous l'équateur (3° latitude sud).

Coulée de lave au pied de l'El Misti (Pérou).

L'érosion commence à marquer son empreinte sur le champ de laves. Noter les effets du ravinement, la formation des « palmettes » caractéristiques et l'enfoncement en gorge des branches essentielles de l'hydrographie. Mais la surface primitive est encore aisément reconnaissable.



Photo Bayot.

Le Puy de la Vache (Auvergne).

Vue prise du sud sur les monts Dôme. Appareils volcaniques, de forme relativement jeune. Le Puy de la Vache est un cratère d'explosion, où prend naissance une coulée de lave. A l'arrière-plan, le Puy de Dôme représente un grand pointement de lave acide. Malgré sa forme en cône, ce n'est et n'a jamais été un volcan : il ne comporte pas de cratère.

Ci-contre : Environs de Beja (Tunisie).

Morsures de l'érosion sur un piedmont de matériaux meubles, dans un climat sub-aride. Végétation de caractère steppique.

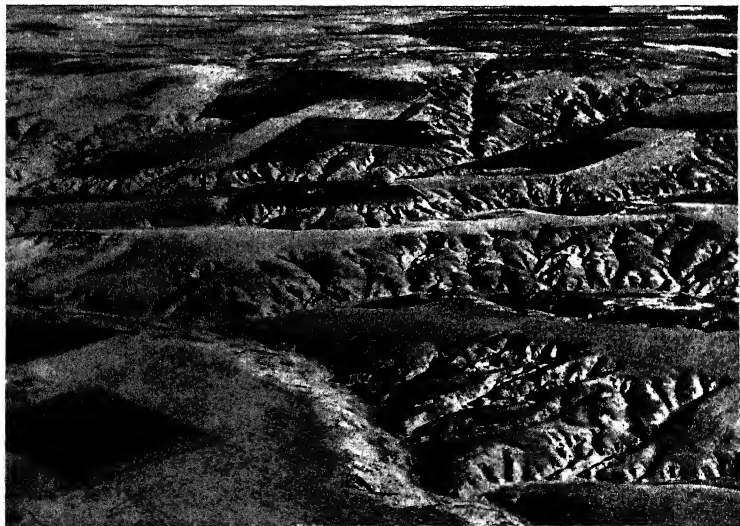


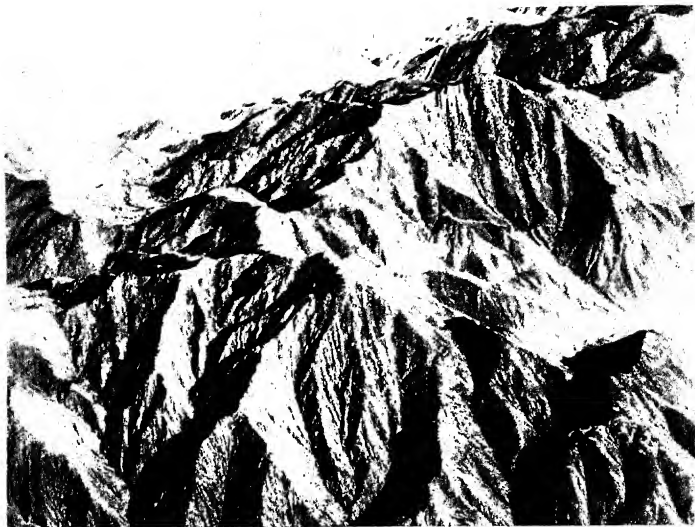
Photo Bayol.

La Roche Tuillière (Auvergne).

Pointement basaltique, cristallisé en forme d'orgue; il termine vers le nord, avec la Roche Sana-doire, qui lui fait face, le massif volcanique du Mont-Dore.

Photo J.-D. Bossoutrot.





Vallée du Rimac (Pérou).

Photographie prise en bordure de la vallée du Rimac, partie septentrionale, dans le piedmont des Andes, près de la côte sèche du Pacifique. Réseau de ravins ramifiés, limités par des crêtes aiguës. Les points de divergence des interfluvies donnent des sommets pyramidaux à pans multiples.

De G.-R. Johnson : Paris from the air, publié par la Société de Géographie de New-York.

*Photo U. S. I. S.
Soil Conservation Opt.*



La Death Valley (Californie).

Crêtes et sillons, dégagés à l'intérieur du grand fossé de la Death Valley, entre la Sierra Nevada et le Rio Colorado. Climat désertique.

pour le Vésuve. Par ailleurs, certaines laves, en général pauvres en silice du type des basaltes, restent assez longtemps fluides pour se répandre sur de grandes surfaces, en coulées qui figent sur place donnant des barres boursoufflées ou des plateaux rugueux.

Mais si nous voyons s'édifier actuellement encore ces reliefs bien spéciaux, nous voyons aussi qu'ils sont aussitôt attaqués par les agents extérieurs, alors même qu'ils n'ont pas achevé de se constituer. Les parois externes des volcans se laissent d'autant mieux entailler que leurs pentes sont plus raides, et les matériaux qui les composent moins homogènes ou plus meubles; des ravins s'y développent, qui finissent par avoir raison des cônes les mieux dressés, si l'apport de matière neuve devient insuffisant ou s'il vient à cesser. Et de même les coulées les plus épaisses se laissent entailler par les rivières et leurs affluents, pour aboutir parfois à un déblaiement général.

Les forces qui ont abouti à la surrection des montagnes, sont d'une toute autre intensité et d'une autre nature. Rien ne prouve d'ailleurs qu'elles s'exercent encore actuellement, malgré l'abondance relative des manifestations sismiques. En tout cas, c'est cet effort « orogénique » accompli au cours de grandes phases d'instabilité, qui a créé les reliefs originels, dont les reliefs actuels sont en général des témoins bien peu fidèles. Le résultat essentiel est la mise en place de matériaux sur lesquels se sont ensuite exercées les forces de destruction ou de régularisation: d'où les structures diverses qui se manifestent plus ou moins clairement à travers la topographie et que les géologues reconstruisent grâce à l'étude des affleurements et des coupes. C'est ainsi que des masses rigides ont pu maintenir leur homogénéité, leur simplicité d'allure pendant de très longues périodes; encore ont-elles été souvent fracturées, morcelées, elles ont été affectées de soulèvements et d'affaissements relatifs. Ailleurs, par contre, des matériaux plus plastiques se sont accumulés, parfois sur de grandes épaisseurs; ils se sont prêtés par la suite à des actions tangentielles plus ou moins vigoureuses, et des structures diverses s'y sont développées, depuis des ondulations si lâches que l'horizontalité des couches en est à peine modifiée, jusqu'à des plis serrés, redressant ou renversant les couches, y formant même ces paquets superposés et coupés de leurs racines que sont, par exemple, les grands charriages alpins.

Malgré l'importance de ces faits de structure, et les indications plus ou moins nettes qui sont fournies à cet égard par la topographie, il est bien difficile de se représenter les reliefs originels auxquels ils correspondent: il n'est pas une montagne qui soit l'exacte traduction du plissement primitif, pas un plateau qui soit une surface structurale parfaite, pas un relief de ligne de faille qui ait conservé intégralement le regard et le rejet de la faille d'origine. Les formes actuelles proviennent en effet d'une action intense et surtout prolongée d'agents extérieurs qui tendent à substituer dans l'élaboration du relief, leur influence, leur marque, à celles de l'orogénie primitive. Cette action est fort ancienne: la destruction des grands massifs était déjà fortement avancée, alors que leur formation n'était pas même achevée! Par ailleurs le travail a certainement varié d'intensité, parfois

même de nature, au cours des âges. Nous le voyons se poursuivre sous nos yeux : ses effets peuvent en être observés, analysés ; son étude est l'objet d'une science précise : la morphologie. Seule la connaissance des règles générales selon lesquelles nous les voyons se poursuivre, rend intelligibles ces formes dont la photographie aérienne vient souligner le très grand intérêt.

La grande force antagoniste de l'orogénie, c'est la pesanteur : tout relief est un défi à son endroit et doit être invinciblement rabaisé jusqu'à une position d'équilibre. Mais les matériaux, mis en place par le travail propre de l'écorce terrestre, résistent à l'attraction vers le bas, dont ils sont l'objet, grâce à leur cohésion et à leur dureté. Il faut, pour qu'ils cèdent, qu'ils soient proprement « mobilisés », c'est-à-dire rendus mobiles par un agent extérieur, qui fournit ainsi à la pesanteur la possibilité de s'exercer : c'est ce que produit par exemple l'humidité, qui, jointe à l'action des acides contenus dans l'atmosphère ou dans le sol, pourrit la roche et libère les éléments les plus durs, comme le quartz du granit ; c'est aussi ce qui se passe dans les montagnes, ou dans les régions à fortes et rapides oscillations thermiques : la roche éclate du fait de l'inégale contraction ou dilatation, et elle finit par être débitée en débris de grosseurs diverses.

Les matériaux sont ensuite entraînés du seul fait de la pesanteur, qui les répartit et les trie d'après leur calibre en talus d'éboulis où ils trouvent normalement leur équilibre. Mais l'évolution du relief serait bientôt ralentie, elle serait même stoppée, si ces processus élémentaires intervenaient seuls : les formes vives seraient bientôt enfouies sous leurs propres débris. Il faut, pour que le cycle continue, que ces débris soient évacués, cette fois encore sous l'effet de la pesanteur, mais avec l'aide d'un agent transporteur, qui donne aux transferts de matériaux une ampleur beaucoup plus considérable. C'est le rôle que jouent, avec des modalités différentes, l'eau, à l'état liquide ou solide, et le vent.

L'eau courante est l'élément qui favorise le plus complètement l'action de la pesanteur. Elle peut agir avec une certaine indépendance, dans des conditions particulières, par exemple lorsqu'elle circule sous pression dans des conduits naturels : elle peut alors remonter des pentes. Pourtant, en général, partout où elle opère en maîtresse, elle travaille à la constitution de formes régulières, équilibrées, précisément, en fonction de la pesanteur. C'est ce que l'on appelle souvent le relief « normal ». La pesanteur charge l'eau d'un pouvoir énergétique, d'autant plus fort d'ailleurs que la masse d'eau libérée à un moment donné est plus importante. La manifestation élémentaire de ce pouvoir est le ruissellement ; il agit avec intensité dans les pays à précipitations brutales, plus qu'abondantes, surtout si les matériaux en présence sont meubles ou peu homogènes ; l'absence ou la discontinuité du tapis végétal et la raideur des pentes facilitent le travail. La photographie aérienne montre clairement le processus : près de Béja, en Tunisie, (mais il y a bien d'autres exemples) un réseau hiérarchisé de ravins en forme de palmettes progresse par érosion régressive, aux dépens d'un plateau formé de sédiments meubles. A un stade plus avancé tout le pays peut être réduit à une succession de sillons et de crêtes instables, comme il arrive dans cette partie du Dakota du Sud



Swissair photo.

Le Rhin à Rheinau (Suisse).

Les méandres du Rhin, en aval de Schaffhouse, vus du sud-est. Régularité et harmonie des formes; relief très doux. La rive droite, concave, est légèrement plus élevée, tandis que des atterrissements, marqués par une ligne de peupliers, ont fait progresser la rive gauche : toutefois, la « migration » du méandre est lente, en raison de son encaissement. Noter la place du village, sur l'étroit pécuncule, et des champs, à l'intérieur du lobe.



Le Pilate (Suisse).

Premier grand pointement calcaire à travers la mollasse des collines suisses. Vue du Nord sur la station du Kriesloch (2.109 m.) et les Alpes bernoises.

Swissair photo.

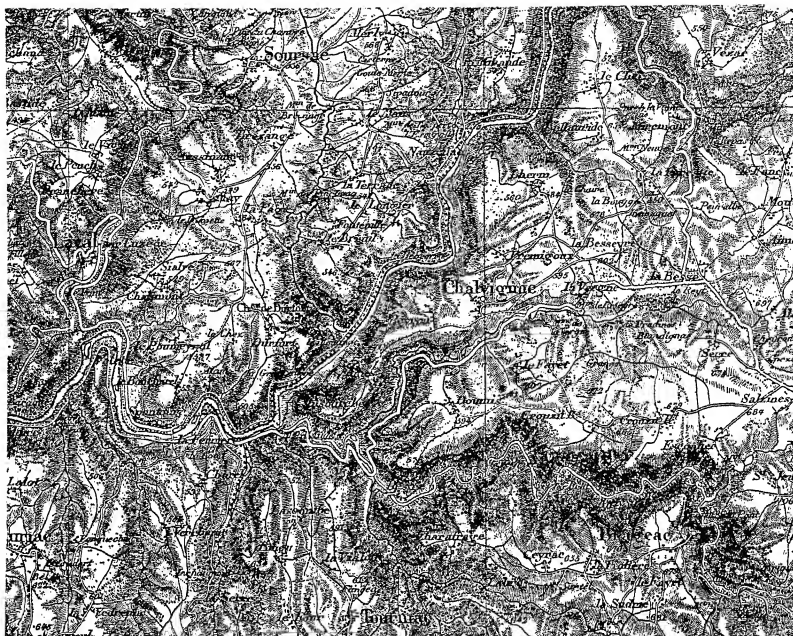
que les Américains ont baptisé les « Mauvaises Terres » : « badlands ». Dans la montagne, le processus est le même, mais les formes qui en résultent sont différentes à cause du relief. L'érosion torrentielle, ravinant les pentes, y creuse des entonnoirs limités par des crêtes et débouchant dans les zones moins accidentées, où les débris s'accumulent en cônes individualisés, voire en piedmonts continus. Car l'érosion a sa contrepartie normale dans l'accumulation : aux parties évidées de l'amont correspondent les formes de construction de l'aval. Le passage des unes aux autres s'explique par la rupture de charge du torrent transporteur, à la sortie des zones de plus grande pente. Au delà, le transport des matériaux se poursuit, sur un rythme différent : le lit même des grandes rivières est mouvant, et progresse au moins à chaque crue, cependant que les matériaux les plus fins sont entraînés continuellement par le courant. En même temps, avec le surplus d'énergie disponible, la rivière travaille à abaisser son thalweg jusqu'à ce que soit atteint l'équilibre entre la force qui assure le transport et la répartition des débris d'une part, et l'inertie qu'ils opposent d'autre part, celle-ci étant elle-même fonction de leur calibre. Quant à cette énergie, elle dépend évidemment de la position relative du niveau de base et de la masse des eaux mise en mouvement.

C'est un immense travail de régularisation qui se poursuit, répercuté de branche en branche par l'ensemble du réseau hydrographique. Il se traduit par des formes de plus en plus douces, évoquant à la fin l'âge de maturité, de sénilité même, des êtres vivants. La plupart de nos fleuves terminent ainsi leur cours dans de vastes vallées, bien calibrées, aux versants adoucis, ou bien ils se déploient en méandres dont la photographie aérienne souligne admirablement les formes harmonieuses.

* * *

La variété des paysages montre assez que la répartition des formes, de plus en plus régularisées de l'amont vers l'aval, ne se réalise pas de façon aussi schématique. Aussi bien cet immense travail ne se produit-il pas dans un milieu de laboratoire, mais dans une réalité complexe où la diversité de résistance des matériaux et les faits de structure constituent, on l'a vu, des conditions bien différentes d'un lieu à l'autre. Il n'est pas de trop de l'effort combiné du géographe et du géologue pour démêler l'écheveau embrouillé des formes du relief à la surface de la terre ! La vision aérienne ne fait que rapporter fidèlement, objectivement ces données obscures. Elle ne dispense pas du corps à corps avec la nature et de la collecte sur le terrain des indications caractéristiques. Pourtant en unissant les avantages de la représentation cartographique et ceux de la vision directe, elle facilite le travail d'interprétation et fournit, pour ainsi dire, des possibilités de vérification concrète sur pièces.

Il arrive que les indications fournies par l'image soient suffisamment nettes, pour que les rapports de la structure et de la topographie apparaissent clairement. C'est le cas pour les régions à structure simple, par exemple lorsque des plis lâches affectent une roche dure. Le mont Ventoux, vu d'avion, se présente



Les Gorges de la Dordogne, à l'ouest de Mauriac (Auvergne).

Plateau uniforme; à la surface, quelques ruisseaux: il s'agit d'une ancienne pénéplaine, dans laquelle se sont fortement encaissées les vallées de la Dordogne et de son affluent, l'Auze. L'Auze semble avoir bénéficié de conditions plus aisées de creusement et a attiré à elle le ruisseau de Chalvignac, que son cours supérieur orientait vers la Dordogne. Les villages et les hameaux, à une exception près, se sont installés sur le plateau, où les champs enclos forment une marquerterrie irrégulière. La carte, jointe pour comparaison, est un extrait de la carte d'état-major au 1/80.000^m. On saisit toute la différence entre une représentation schématique et la reproduction objective du paysage. Noter, toutefois, sur la photographie, le jeu d'ombres: s'il rend admirablement compte du relief, il rend illisibles les parties sombres.



Photo Ministère des Travaux Publics - I. G. N.



Photo 31me Régiment d'Aviation.

Le massif de Moulay-Idriss, versant oriental (Pré-
Maroc).

dans un style dépouillé, comme une grande vague blanche qui correspond au versant d'un anticlinal, dominant des zones synclinales, plus modérément plissées. De structure plus complexe, mais également lisible, le Pilate montre au contraire la racine d'un synclinal perché, qui forme comme un gigantesque bucrâne fiché dans la crête étroite de la montagne. Il en va de même pour la plupart des photographies aériennes des Préalpes: la structure y est relativement calme, quoique portant sur de grands ensembles fortement dénivelés; d'autre part, des corniches calcaires accompagnent presque régulièrement certains étages, qui forment les couches repères d'après lesquelles on peut juger de l'allure des plissements et de leurs rapports avec le relief actuel. La topographie de la région où s'encaisse l'Arve, en avant de Cluses, est rendue de la sorte suffisamment intelligible: la vallée, sur le fond de laquelle divague le torrent, est creusée dans un plateau de calcaire massif, qui apparaît en tranche, sous forme d'une corniche continue dominant des talus d'éboulis. A son débouché, près de la petite ville savoyarde, le relief se gonfle: un noyau calcaire particulièrement dur vient barrer la vallée qui le franchit en forme de cluse: il s'agit d'un anticlinal qui fait apparaître une couche plus profonde, et que le relief laisse nettement transparaître. Naturellement le rapport relief-structure est encore plus aisément perceptible dans les régions plissées de climat aride ou semi-aride, du fait de l'absence du tapis végétal et souvent même du sol, du fait également de l'aspect dur et décharné que présentent souvent ces reliefs.

Mais il arrive bien souvent que la photographie aérienne soit aussi peu lisible que le paysage représenté, du fait de sa trop grande complexité, et du rapport trop lointain entre le relief et la structure. Il faut alors se contenter des indications indirectes, comme peut être la répartition des types de végétation, des prés et des cultures, des eaux stagnantes, à la condition toutefois que des formations superficielles ne viennent pas modifier ces données. Il y a du reste, dans ce domaine, d'assez jolis résultats: c'est grâce au trait sombre que forme une ligne d'arbres sur le gris continu de la lande qu'on peut suivre sur une photographie prise d'avion le tracé de la faille du puy de Marcoin, en bordure de la Limagne: ces arbres ont pu, en effet, enfoncer leurs racines dans la brèche de friction

Le massif de Moulay Idriss, versant oriental (Prérif-Maroc). Au flanc de la plus importante des rides anticlinales pré-rifaines, au Nord-Est de Meknès, en contrebas d'un crêt de calcaires crétacés, non visible sur la photo, on reconnaît une sorte de cuesta. Elle est constituée par des mollasses et grès du Burdigalien, épaisses de 60 m., alternativement dures et tendres, qui reposent sur des marnes et calcaires de l'Aquitainien et sur des calcaires marneux blancs, éocènes, visibles en haut de la photo. L'ensemble plonge vers le Nord-Est, vers le bas de la photo. Les vallées conséquentes sont des gorges étroites en bas de la photo. Elles s'encaissent dans les bancs qui, dénudés, forment des marches et corniches blanches, au-dessus des bancs plus marneux et sombres. Leur pente longitudinale est moindre que celle des couches. Certaines ne s'allongent pas, vers l'amont, au-delà du front de la cuesta. Trois autres, au contraire, s'évasent entre les « chevrons » et une butte témoin de la mollasse, de plus en plus effilée. On les suit avec peine vers le haut, dans les calcaires aquitaniens très décomposés par la dissolution, ciselés de lapiés, réduits en pierrailles et creusés de curieux cirques. — Cultures de céréales et d'oliviers sur les marnes du Burdigalien, au bas de la photo. Garrigues et pâturages avec enclos de pierres sur l'Aquitainien. Deux gros villages se sont perchés, l'un sur la butte-témoin, l'autre à la pointe d'un chevron. (J. DRESCH)

où s'est formée, par décomposition, une terre rougeâtre, plus profonde et plus humide que le sol environnant¹. Naturellement, des indications de ce genre prennent toute leur valeur dans les pays difficilement accessibles: elles ont permis parfois de tracer approximativement les limites d'affleurements, elles permettent de fixer dans de meilleures conditions les itinéraires de reconnaissance.

Chose curieuse, c'est en matière de géologie, c'est-à-dire pour la connaissance du sous-sol, que la photographie aérienne, qui pourtant ne peut donner de renseignements que sur la surface, est susceptible des applications d'ordre pratique les plus intéressantes. C'est d'après l'étude des taches révélées par la photographie aérienne dans la végétation de certaines régions d'Afrique australe qu'on a pu déceler des gisements de cuivre à cause de l'influence toxique de ce métal². C'est également la teinte de la végétation en même temps que l'alignement de certains éléments du relief et de l'hydrographie, qui a permis, dans le Canada du Nord, de déceler des failles propices aux phénomènes de métallisation: ainsi ont été découverts notamment des gisements radifères; la photographie aérienne peut d'ailleurs être confrontée dans ce cas avec les résultats fournis par l'appareillage radio technique et magnétique dont sont munis les avions pour des reconnaissances de ce genre. Enfin, un cas particulièrement intéressant est celui de la détection des gisements de pétrole. L'huile minérale se trouve en effet fréquemment dans d'anciennes zones de subsidence, ultérieurement plissées en larges ondulations; après avoir cheminé à l'intérieur de couches poreuses, elle s'est accumulée dans la partie supérieure d'anticlinaux surbaissés, nommés « diapirs », qui forment des réservoirs naturels en cloche. Ces dômes ne sont pas toujours sensi-

¹ J. Candillot — Nouvelle contribution de la photographie aérienne aux recherches de géographie physique et de géologie dynamique — (Rapport au Congrès National de l'Aéronautique 1947).

² H. Pral — L'aviation au service des sciences biologiques (La Terre et la Vie VI n° 5, sept.-oct. 1936, pp. 261-273).

Le Grand Atlas occidental. Vue vers l'Ouest de la chaîne axiale, au Sud de Marrakech. — La photo révèle clairement la structure: la haute chaîne se compose de massifs granitiques (tous les massifs situés dans la moitié gauche de la photo), recouverts de laves cambriennes dont les bancs sont visibles en contrebas, à gauche, et qui forment les hauts massifs situés à l'arrière-plan, au centre de la photo. En contrebas, vers le Nord (à droite), de hauts plateaux de grès permotriasiens viennent buter, le long d'une flexure, contre le socle ancien. Les formes sont lourdes: plateaux structuraux de grès, crêtes subhorizontales et sommets peu détachés: Metzen neigeux au centre (3.538 m.), Taska n Zat à gauche (3.905 m.), Anghemer (3.893 m.) et Angour (3.614 m.) au fond. Elles s'expliquent par la structure et de vieilles surfaces d'érosion. Mais le relief est vigoureux. La vallée visible de gauche à droite de la photo est celle du Zat: elle est encaissée de plus de 1.500 m. au pied du Metsen. Sa section supérieure, longitudinale, suit des failles. Les roches sont dures et assez homogènes, le modelé est normal. La photo, prise en mars, montre l'importance de l'enneigement au-dessus de 2.000 m. A l'amont de la vallée du Zat, évasée au-dessus de 3.000 m., on distingue des cirques au flanc de Taska n Zat qui témoignent d'une ancienne glaciation, très limitée. — La végétation, chênes verts et genévriers thurifères, s'élève presque jusqu'au sommet de l'Ourgouz, au premier plan (2.734 m.), à plus de 3.000 m. dans la vallée du Zat. Le plateau gréseux du Yagour est cultivé en été. C'est surtout un beau pâturage collectif, commun à plusieurs tribus des Mesfioua. Le vallon supérieur du Zat est un pâturage d'été fréquenté par les tribus du versant Sud qui accèdent plus facilement. (J. DRESCH)



Photo Aviation militaire.

Le Grand Atlas occidental. (Voir commentaire ci-contre.)

Photo Shell



Anticlinal pétrolière de la San Joaquin Valley (Californie).

Type de « diapir » ou anticlinal surbaissé, se révélant sur une vue à haute altitude. Il y a présomption pour la découverte du pétrole dans la zone correspondant à l'angle supérieur gauche de la photographie, où se trouve l'« apex » de l'anticlinal.

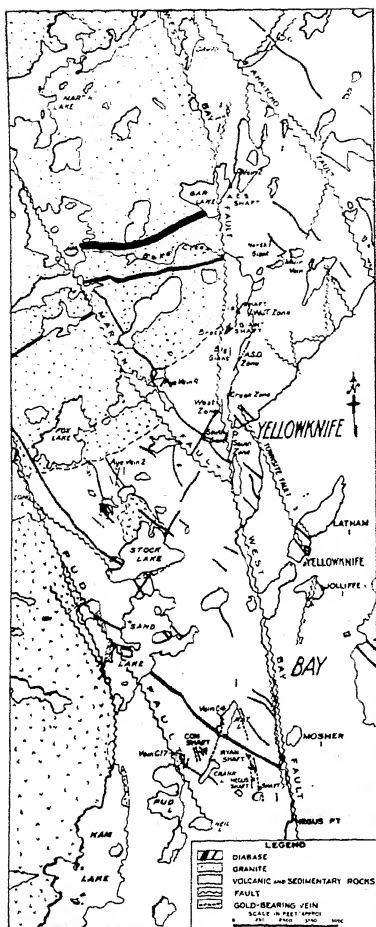


Photo Royal Canadian Air Force.



La faille de Yellowknife (Canada).

« Mosaïque » couvrant une partie de la côte nord-ouest du Grand Lac des Esclaves. Le plateau, qui a subi le puissant rabotage des glaciers quaternaires, est encore occupé par de nombreux lacs. La zone de contact entre le socle granitique et les roches sédimentaires ou volcaniques qui le recouvrent vers l'est est marquée par des failles : elles ont été le lieu d'importants phénomènes de métallisation. L'une d'entre elles apparaît avec une grande netteté. C'est elle qui donne sa raideur à la ligne du rivage ; on la suit plus au nord grâce aux différences de couleur dues à la végétation.



Photo Compagnie Aérienne Française.

La Vallée de l'Arve en amont de Cluses (Haute-Savoie).

Vallée profondément encaissée dans le plateau de calcaire urgonien, que recouvre partiellement le flysch calcaro-marneux d'âge tertiaire, aux formes molles. Au premier plan, un bombement fait apparaître la couche plus profonde du calcaire hauterivien, très dur, formant falaise. L'Arve ayant établi son cours à un niveau supérieur, a tranché l'anticlinal en s'enfonçant sur place.

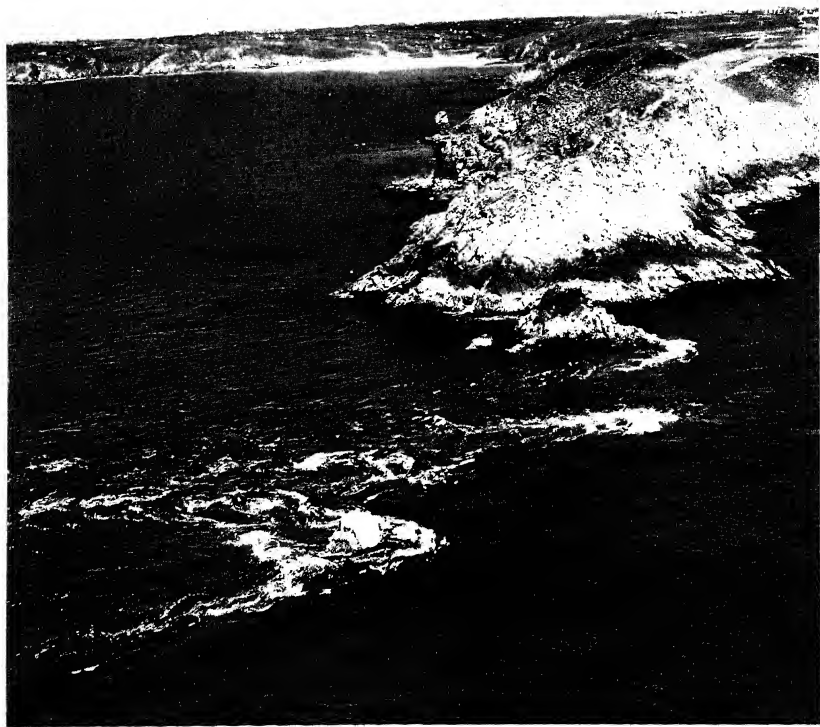


Photo Armée de l'Air - 33me Escadre.

La Pointe du Raz (Bretagne).

Pointe extrême de la péninsule armoricaine. Arête granitique vue ici en raccourci, vigoureusement attaquée par la vague. Au premier plan, le « raz », sorte de chaussée rocheuse, née du recul de la falaise, et balayée par un violent courant de marée. A l'arrière-plan, la baie des Trépassés correspond à un affleurement de gneiss, moins résistant à l'érosion subaérienne, qui a provoqué, avant l'ennoyage de la côte, un abaissement sensible du relief. Comme il s'agit d'un « rentrant » entre deux saillants, la Pointe du Raz et la Pointe du Van (dont on aperçoit l'amorce à gauche), la mer y a construit une plage incurvée et un cordon, derrière lequel subsiste une lagune, emplacement assigné par la légende, à la ville d'Ys, engloutie par les flots.

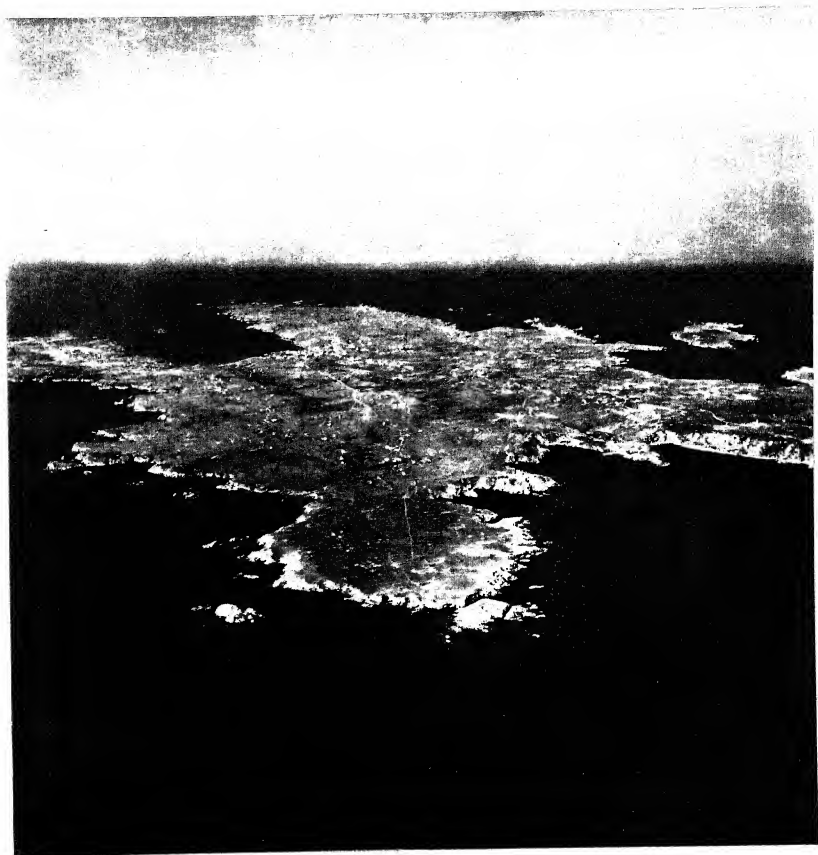


Photo Armée de l'Air - 33me Escadre.

Ouessant (Bretagne).

Vue prise du nord-est. Gros fragment détaché de la péninsule bretonne. La côte, très jeune, est formée en partie de hautes falaises (les falaises du phare d'Ouessant, à droite, ont une soixantaine de mètres). Les deux grands rentrants de la côte (baie du Stif, au premier plan, et de Porspaul, avec le village d'Ouessant), correspondent à une bande de granulite feuilletée et de micaschistes écaillieux, peu résistants. Par contre, les parties saillantes (pointe de Penarlant et phare d'Ouessant d'une part, pointes de Pern et de Porsgoret d'autre part) correspondent à des massifs de granulite grenue, très dure, et de gneiss granulitique consolidé par de nombreux filons. Les nombreuses îles et les récifs, les ravins entaillant la falaise, pénétrant profondément à l'intérieur de l'île (notamment, au premier plan, sur la côte nord de Penarlant) disent le recul d'un rivage chèrement défendu.



Photo D. N. P.

Ilôt du Skjergaard, près de Kristiansund (Norvège).

Un des nombreux îlots, aux mille articulations, qui précèdent en de nombreux endroits la côte de Norvège. Noter le chenal naturel qui traverse l'îlot de part en part et sert d'abri aux bateaux de pêche: topographie glaciaire encore fraîche, emoyée. Le village occupe la plus grande partie de l'île, sous la protection d'une digue établie du côté le plus menacé par les tempêtes.

Photo C. A. P.





Photo C. A. F.

La falaise d'Etretat (côte du pays de Caux).

La falaise, d'une hauteur de 90 m., est tout entière taillée dans la craie blanche homogène de structure sub-horizontale et surmontée d'une couche d'argile de décomposition. Les lits de silex intercalés dans la craie fournissent à la mer une charge importante de galets dont le choc active le sapement à la base de la falaise. Ils forment de courtes plages en pente raide. L'aiguille de craie est un témoin du recul de la falaise.

Le rocher de l'Aigle, près de La Ciotat (côte provençale).

Côte jeune, résultant de l'ennoyage d'une structure monoclinale : le rocher de l'Aigle est un bloc fortement redressé de grès et conglomérats crétacés, formant falaise. Le manque d'homogénéité du matériau, l'absence de végétation continue, propre à la région méditerranéenne, font apparaître la structure. Au contraire, l'intérieur du pays manifeste une topographie calme formée dans un synclinal de grès argilo-marneux. Comparer avec la falaise d'Etretat, développée dans un milieu de nature et de structure toutes différentes.

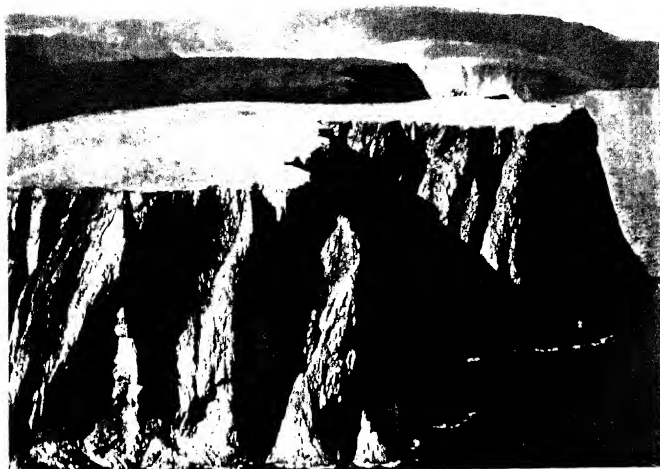
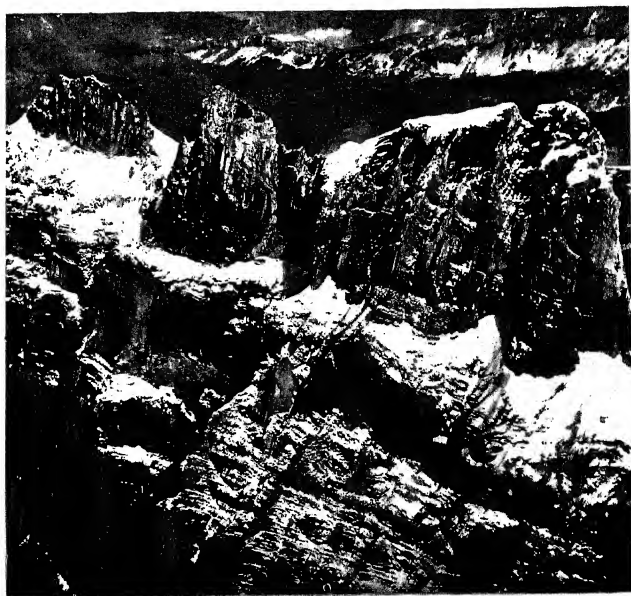


Photo D. N. L.

Le Cap Nord (Norvège).

Falaise aux formes vives tronquant une ancienne pénéplaine. 71°15 de latitude nord. Matériau dur, homogène.



Les Wendenstöcke (Suisse).

Masse rocheuse, en haute montagne, soumise à l'érosion mécanique, par gel et dégel. Altitude : 3.200 m.

bles dans le relief; pourtant dans les régions subarides, le ruissellement révèle leur forme oblongue, qui apparaît nettement dans les « mosaïques » prises à haute altitude.

* * *

Le travail actuel de l'érosion ne suffit pas à rendre compte de tout le relief: il arrive parfois que ni la différence de dureté des roches, ni les dispositions structurales ne permettent d'expliquer certains aspects du paysage, et notamment le rapprochement anormal de reliefs d'âge différent: des formes de vieillesse voisinent curieusement avec des formes d'extrême jeunesse, des surfaces, régulières comme des plaines, se retrouvent à de hautes altitudes, présentant parfois entre elles de curieuses concordances, des replats continus interrompent les versants, incitant à la restitution de profils emboîtés.

Il faut bien admettre que l'évolution ne s'est pas faite d'un coup. Elle a pu connaître des phases de longue stabilité, pendant lesquelles le relief a pu s'approcher de son point d'équilibre: des formes de plus en plus adoucies sont nées du transfert incessant des matériaux d'amont en aval. L'équilibre, réalisé d'abord dans le profil longitudinal des rivières, a pu s'étendre latéralement par l'abaissement des versants jusqu'à ce que l'ensemble du relief ait été réduit à l'état de pénéplaine ou même de plaine.

Des reprises ont pu se produire ensuite, du fait de la rupture de cet équilibre: les rivières ont aussitôt cherché à compenser la rupture, soit en relevant, soit en abaissant leur profil, selon le sens du mouvement relatif subi par la région: de toute manière, des formes nouvelles ont été créées, qui se greffent sur les formes anciennes ou les recoupent selon un certain angle. C'est ce dernier cas qui s'observe le plus aisément: sur un relief parvenu à sa phase de vieillesse, s'impriment des formes, vigoureusement creusées, selon les lois classiques de l'érosion régressive: c'est un cycle nouveau qui commence. Il peut aller très vite si l'abaissement relatif du niveau de base est fort, et si les matériaux sont tendres: les formes correspondant au cycle précédent sont alors menacées d'une disparition rapide et complète. Mais le travail peut se faire au ralenti, si la sollicitation du niveau de base nouveau est assez faible et si les matériaux sont durs et homogènes. En ce cas, les formes anciennes auront des chances d'être longtemps conservées: elles pourront coexister avec les formes issues du rajeunissement en créant de vigoureux contrastes. Enfin, il peut encore se faire que des formes de vieillesse aient été ennoyées et conservées sous d'épaisses couches de sédiments; si la couverture vient à être déblayée, elles reparassent intactes et peuvent jouer dans la topographie le même rôle qu'une surface structurale mise à nu par l'érosion.

C'est ce que montrent avec une grande clarté les photographies aériennes de vieilles pénéplaines en voie de rajeunissement comme c'est le cas pour les plateaux des environs de Mauriac en Auvergne. Le contraste est frappant entre la surface régulière, développée sur des roches dures, gneiss et micaschistes, et le

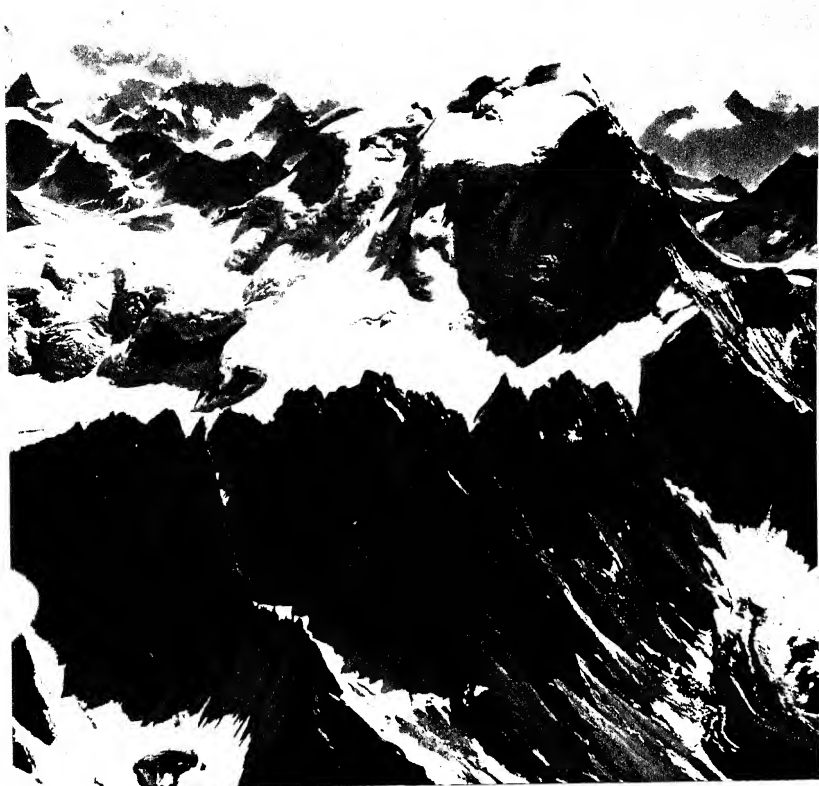
réseau profondément encaissé de la Dordogne et de ses affluents principaux. La rivière coule au fond d'une gorge aux versants raides, profonde d'environ 250 mètres. Mais la dissection n'a pas encore gagné le plateau, à la surface duquel coulent des ruisseaux sans pente sensible. Pourtant, de part et d'autre de l'Auze, affluent de gauche de la Dordogne, le travail est plus avancé, sans doute en raison de la moindre résistance de la roche et de la densité plus grande du réseau hydrographique à proximité d'un confluent, qui multiplie les fronts d'attaque.

Le rapprochement de topographies d'âge différent est un phénomène classique: il n'est pas jusqu'aux montagnes dites jeunes, comme nos Alpes ou nos Pyrénées, qui ne présentent souvent, à de hautes altitudes, des surfaces séniles, aux dépens desquelles se sont constituées les formes jeunes, parois rocheuses, gorges, qui caractérisent ces massifs. Enfin, même s'ils ne constituent pas des unités topographiques continues, le morphologue ne se trompe pas sur la signification des hauts niveaux, qui tranchent par un plan horizontal des plateaux diversement inclinés ou sur celle des replats réguliers qui interrompent certains versants. Dans la mesure où l'on est sûr qu'ils ne peuvent recevoir d'explication d'ordre structural, ils constituent les témoins précieux de cycles successifs, interrompus à chaque fois par des phases de rajeunissement du relief. L'étude des terrasses alluviales ou rocheuses peut donner des renseignements concordants, mais leur « repérage » relève de l'exploration la plus méticuleuse sur le terrain même: elles sont rarement saisies par la photographie aérienne.

Il faut donc encore en revenir à la notion d'un travail discontinu avec de longues phases de stabilité, interrompues par des épisodes d'instabilité. Des continents, tout ou partie, ont pu connaître des mouvements d'ensemble provoquant des reprises d'érosion. Des montagnes après l'usure partielle de leur relief ont pu à nouveau se cambrer, et donner prise au rajeunissement. Surtout la régularité de certains niveaux, leur présence en des pays différents, parfois fort lointains, suggère des variations d'ensemble du niveau de base, en face de blocs restés sans déformation sensible: l'œuvre d'Henri Baulig, appuyée sur des faits, conduit à admettre d'amples mouvements oscillatoires du niveau des mers, depuis l'époque pliocène, répercutés par l'ensemble du réseau hydrographique. Si des mesures d'une grande précision sont nécessaires pour l'identification de ces niveaux d'érosion, il n'est pas exclu que la photographie aérienne ne puisse en révéler la présence, et en préciser l'extension, comme le font de leur côté, les cartes en relief.

* * *

Tout son labeur accompli, l'eau courante vient donc se perdre dans le réservoir général, que forme, à l'exception des régions à drainage interne, l'ensemble des mers et des océans. Elle a dépensé son énergie à racheter la différence de niveau entre le lieu des sources ou la zone de ruissellement et la mer, et à transporter d'amont en aval des matériaux triés, de plus en plus fins. Désormais intégrée à la masse des océans, il semblerait qu'elle dût y trouver le repos, en attendant que le soleil, en l'évaporant, la recharge d'énergie.



Swissair photo

Grand-Combin et Cervin (Suisse).

L'ensemble du massif vu de l'ouest, apparaît en raccourci. Au premier plan, la chaîne des Maisons Blanches porte ses crêtes aux environs de 3.500 m. Série de cirques, où la neige séjourne. Grands talus d'éboulis. Au deuxième plan, un plateau, entièrement enneigé porte la masse pesante du Grand-Combin (4.317 m.). Au-delà du glacier de Corbassière et de la vallée de la Drance de Bagne, invisibles, le Cervin (4.505 m.).



Swissair photo.

La Concordiaplatz et le Finsteraarhorn (Suisse).

Point de rencontre de trois ou quatre glaciers émanant du massif de la Jungfrau, avant de former le glacier d'Aletsch (2.780 m.). Au deuxième plan, entre les arêtes rocheuses de Grünegg et de la Kamm, une langue glaciaire en forte pente, mais en décrue, découvrant la partie supérieure des bords de l'auge. Noter la différence de couleurs entre le névé et le glacier. Eboulis au bas des pentes; moraines médianes étirées.

En réalité, élément fluide, extrêmement mobile, elle reste en continuuel mouvement: des compensations thermiques et mécaniques se produisent dans la masse: elles sont à l'origine des courants; d'autre part, elle subit des impulsions externes de la part des vents qui l'agitent et lui permettent de fournir un travail incessant: les ondulations longuement répercutées que sont les vagues se transforment à proximité du rivage en un mouvement de translation qui libère une énergie considérable; enfin l'attraction astrale, lunaire surtout, imprime à la mer une pulsation régulière, qui est la marée: le mouvement qu'elle provoque est également à même de libérer de l'énergie, en déversant des masses d'eau dans les anfractuosités et en pénétrant dans tous les chenaux disponibles.

Ainsi, le rivage apparaît non pas comme une ligne de contact précise entre deux éléments, mais comme un milieu d'une certaine largeur, où les formes évoluent sous l'action d'un agent particulier, qui est l'eau de mer agitée, projetée contre la terre ferme. Il n'est pas besoin d'être spécialiste pour constater la variété de ces formes: tantôt elles se caractérisent par la multiplication des articulations, îles, presque îles, anses et caps, tantôt au contraire, elles ont la simplicité et la monotonie d'une ligne géométrique. Certaines sont élevées, formant des falaises, d'autres sont basses, provenant de l'étalement des sables en des plages interminables. Mais pas plus que pour le relief des continents il n'y a ici de fantaisie, de désordre. Les divers états de la côte correspondent à des stades divers d'une évolution qui tend à substituer aux données initiales, des formes conditionnées par l'application de lois générales.

Ces données initiales sont partout strictement dépendantes du relief continental dont les côtes représentent le front maritime. Ce n'est pas en effet la monotonie des fonds marins que reflètent les rivages, mais la variété des terres dont ils sont la façade: aux régions de relief jeune, ou rajeuni, correspondent naturellement des côtes festonnées, aux multiples articulations; aux plaines plus ou moins parfaites correspondent des côtes rigides, plus régulières. Il est frappant que, malgré des retouches, cette distribution sommaire se retrouve encore actuellement en de nombreux endroits. En Bretagne, par exemple, le rivage suit presque sans retouches les indications du relief: les caps prolongent les interfluves, tandis que les vallées dessinent des golfes étroits; le rivage n'est alors, pour ainsi dire, que la matérialisation d'une courbe de niveau dans un relief qui ne doit rien à la mer. Une telle jeunesse ne s'explique que si le rivage actuel est le résultat d'une crue récente de la mer, qui aurait ennoyé une topographie normale. Si l'on ajoute que la plate-forme continentale, qui est le socle submergé des continents, porte également des traces de topographie normale, on comprend que l'hypothèse d'un mouvement positif de la mer, à une époque relativement récente, soit maintenant universellement admise. Il correspond à la fusion des glaciers quaternaires. Il s'agit du dernier des mouvements « enstatiques », c'est lui qui a forcé les cours d'eau à redresser leur profil, en accumulant des alluvions dans leur vallée inférieure et à constituer les fonds plats que nous leur connaissons. Il est également responsable de l'ennoyage qui a donné aux rivages leur forme initiale.

Il s'agit d'un mouvement général: aucun pays n'y a échappé, pas même ceux où des mouvements récents relevant la masse continentale ont établi des compensations tardives: c'est le cas des régions que le poids des calottes glaciaires avait affaissées, et qui depuis, se sont doucement relevées, par le jeu de l'élasticité relative de l'écorce terrestre.

C'est au long de ce rivage irrégulier que la mer a dépensé son énergie: les saillants se trouvent naturellement les plus exposés, étant attaqués de plusieurs côtés par les vagues de haute mer. Les débris eux-mêmes fournissent des charges de projectiles qui accélèrent la destruction du rivage initial: tous les points faibles sont utilisés: ébauches de ravins, fentes du rocher, zone de matériaux plus meubles, cependant que des noyaux plus homogènes, plus durs, résistent davantage: la côte recule donc inégalement, selon les règles de l'érosion différentielle, mais elle recule. Le résultat est la création d'une falaise vive d'autant plus élevée que le relief tranché est plus haut, d'autant plus abrupt que la roche a plus de dureté et de cohésion. La falaise elle-même recule, étant attaquée en deux endroits: d'une part à sa partie supérieure, elle subit l'attaque des agents normaux de l'érosion, notamment de la désagrégation chimique et du ruissellement qui s'en prennent à cette forme vive, comme ils feraient pour un versant anormalement abrupt; d'autre part, la mer sape le bas de la falaise, provoquant des surplombs, parfois des arches, le tout aboutissant à l'écroulement de la corniche supérieure.

Le processus ne saurait durer indéfiniment. Au fur et à mesure de son recul, le rivage laisse en effet derrière lui une plate-forme d'érosion souvent rugueuse, semée d'îles et d'écueils qui provoquent le déferlement prématuré des vagues; celles-ci finissent par ne plus atteindre la côte. La masse des débris, que la mer ne cesse de manier et de répartir, s'accumule au pied de la falaise, qui devient une falaise morte et évolue comme un simple versant.

Les parties abritées du rivage sont le lieu de processus tout différents, où prédomine l'accumulation. Encore faut-il que, comme dans l'évolution du relief normal, il y ait charge et transport. La charge provient d'abord des fleuves. Elle représente l'ultime résidu, parfois impalpable, de la destruction du relief continental et de l'abaissement de tous les profils: on en saisit l'importance lorsqu'on voit s'étendre les chaussées ramifiées par lesquelles progressent certains deltas: mais les estuaires ennoyés ne sont pas moins encombrés de bancs, au milieu desquels la marée creuse ses chenaux; cependant qu'une partie des alluvions est livrée à la mer, qui en assure le transport et la répartition. Par ailleurs la destruction des côtes fournit des matériaux, d'abord grossiers, mais qui sont ensuite remaniés et triés, et dont une partie peut également être enlevée et transportée plus loin.

La mer dispose en effet d'un supplément d'énergie qui fait d'elle un agent d'évacuation de transport et de répartition des débris dans la même mesure que l'eau courante à la surface des continents (mais selon des modalités différentes). Il y a d'abord les courants. Mais il y a aussi en l'absence même de courants litto-



Swissair photo.

Extrémité supérieure du Hardangerfjord (Norvège).

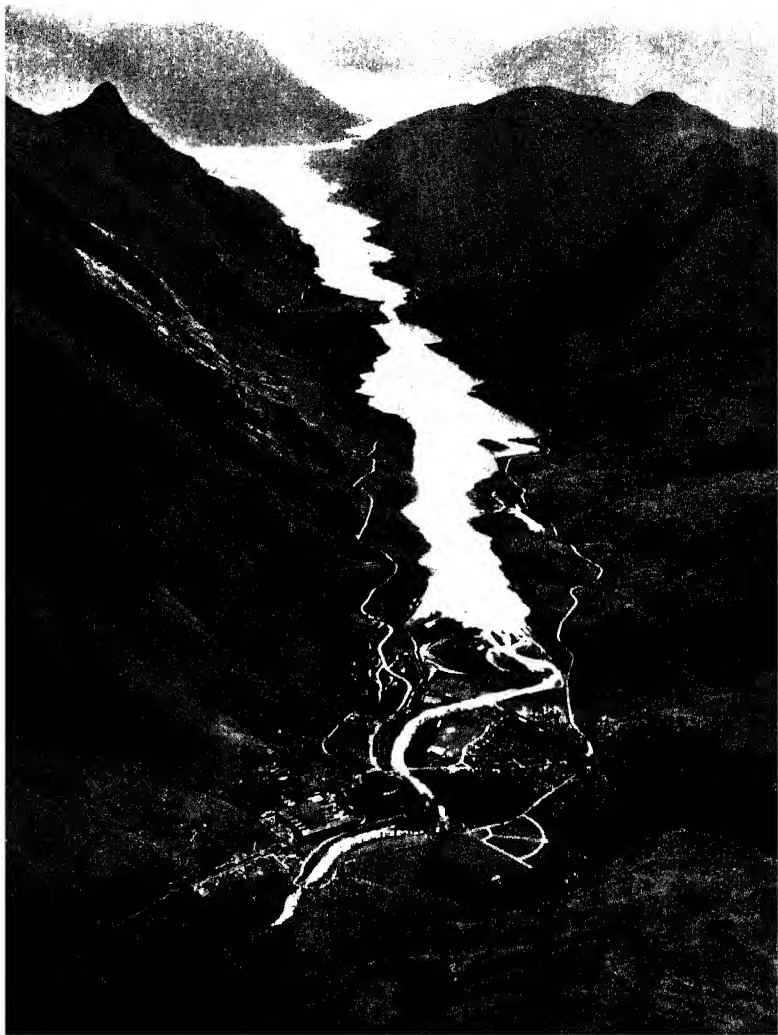
Opposition très forte entre la monotonie du vieux plateau nivelé et l'auge glaciaire fortement encaissée, parfaitement calibrée. La rigidité de son tracé semble indiquer des influences structurales. La petite ville industrielle d'Odda utilise la hauteur de chute provoquée par l'encaissement de la vallée.

L'Unteraargletscher (Suisse).

Partie inférieure d'une langue glaciaire, fortement chargée par les débris émanant de l'Oberaarhorn et des crêtes qui dominent l'auge glaciaire. Le glacier descend jusqu'à une altitude de 1.900 m. À gauche, l'Oberaargletscher, en plein recul, se termine à une altitude d'environ 2.250 m. : son émissaire rejoint la vallée principale par une cascade. Au premier plan, petit lac, le Trübtensee, témoignant de la désorganisation de la topographie normale par l'action des glaciers.



Photo D. N. L.



Le Loch Leven (Ecosse).

Paysage d'Ecosse, à la limite des comtés d'Inverness et d'Argyll, dans les contreforts des monts Grampian. Lac au fond d'une auge glaciaire aux versants adoucis.

Photo Aerofilms Ltd.

raux, le travail conjugué des vagues et des marées. Chaque vague en effet, après avoir déferlé, entraîne vers la mer par ruissellement une certaine quantité de matériaux, ceci selon une direction normale par rapport au rivage. Ces matériaux sont repris par la vague suivante, mais cette fois selon une direction normale par rapport à la vague: or cette direction dépend de celle du vent et peut donc être oblique par rapport au rivage. Les matériaux sont finalement animés d'un mouvement en ligne brisée, dont l'amplitude est augmentée par la marée, et qui aboutit à une migration latérale, jusqu'aux régions plus calmes, où les vagues n'ont plus assez d'énergie pour assurer le transfert.

C'est là que dominent les formes d'accumulation: à l'abri d'un saillant, ou d'un îlot rocheux, ou même librement en tout point où les vagues sont en perte de vitesse, le sable se dépose en traînées, en longs cordons que les mers les plus fortes chargent de graviers plus grossiers. La façade, vers la mer, est une plage d'autant plus plate que les matériaux sont plus fins. Ce sont aussi des plages qui forment le fond des anfractuosités de toutes les côtes rocheuses, des plages finement arquées entre les parois latérales, aussi régulières que le ménisque d'un liquide dans un récipient. Enfin la plage en séchant à marée basse, livre au vent de mer une fine poussière sableuse qui vient s'accumuler en dunes. La dune est un relief nouveau, dérivant d'une forme plate, sub-horizontale; sa création semble contredire les règles normales de l'évolution: aussi bien l'élément qui la dresse, le vent, manifeste-t-il vis-à-vis de la pesanteur une indépendance que ne connaît pas l'eau courante. Il faut son intervention pour que la construction littorale s'étende non seulement au plan, mais encore en hauteur et qu'elle progresse même vers l'intérieur des terres: c'est ainsi que des côtes basses comme celles de nos Landes, ou encore celles de la Zélande, de la Hollande, ont un relief sensible, barrant la terre du côté de la mer.

Les amateurs de pittoresque préfèrent aux côtes basses les côtes rocheuses, sans cesse contrebattues par la mer; mais il faut dominer la platitude pour en connaître la vraie grandeur: la vision aérienne montre ce que l'observation à terre révèle imparfaitement, à savoir: l'harmonie qui émane du dépouillement même. C'est qu'il s'agit encore d'un équilibre dynamique entre les matériaux parfaitement triés, totalement remaniés et l'énergie contenue dans la mer: elle les a transportés, elle s'en est servi pour modeler ces plages, et tracer ces contours. Equilibre différent de celui qui cherche à s'établir dans le relief continental, puisqu'il se manifeste essentiellement sur le plan horizontal: mais le dessin qui en résulte est bien, à sa manière, lui aussi, une œuvre d'art.

* * *

Si l'on a coutume d'appeler « normales » les formes qui viennent d'être décrites, ce n'est pas simplement par suite de l'égoïsme inconscient de l'homme des régions dites tempérées. Elles font partie d'un monde où l'eau courante est dans une très large mesure responsable du modelé; nulle part la pesan-

teur n'est à ce point obéie; le transfert des matériaux, qui en définitive est la clef de tout relief, s'y effectue en effet « normalement » et sur de grands espaces continus, de l'amont vers l'aval.

Pourtant il ne faut pas oublier que plus du tiers des terres émergées échappe à ces normes. La raison en est d'ordre climatique. Lorsque l'altitude ou la latitude sont telles que les précipitations s'y produisent pour une bonne part ou complètement à l'état solide, c'est la neige et la glace, et non plus l'eau, qui donnent leur note au modelé en provoquant des conditions spéciales d'érosion et de transport. Ailleurs, c'est la sécheresse qui est l'élément déterminant du climat comme du relief; les précipitations, même quand elles ne sont pas négligeables, sont insuffisantes pour constituer l'agent principal du modelé. Il est à noter que, dans les deux cas, les conditions climatiques qui déterminent l'anomalie des reliefs sont en même temps plus ou moins défavorables à la vie. Il y a là une concordance caractéristique entre des domaines qui semblent bien différents mais qui rentrent, du fait du climat, dans le même complexe.

L'extension du domaine nival et glaciaire correspond à la dégradation du climat dans le sens du refroidissement. Il couvre donc tout naturellement les régions polaires et sub-polaires. Mais il forme aussi à toutes les latitudes, au milieu des régions de climat pluvial et de relief normal, ces filots que sont les hautes montagnes. A vrai dire, s'il s'agit bien d'un monde qui a ses lois propres, et son allure bien spéciale, les frontières n'en sont pas absolument tranchées. Sur une frange qui peut être importante, pluie, neige et glace peuvent travailler alternativement ou même conjointement: en montagne par exemple, l'action du ruissellement peut être sensible sur des parois qui dominent des névés permanents; les langues glaciaires de leur côté continuent à creuser leur lit et à charrier des moraines, bien au-dessous de la limite des neiges.

Surtout il faut toujours se rappeler qu'entre les régions où dominent les processus propres à la nivation et à la glaciation, et celles dont le modelé est normal, les limites actuelles sont récentes et du reste instables; des études mémorables — celles de E. de Martonne sur ce sujet sont justement célèbres — nous ont habitués à reconnaître dans le relief de nos hautes montagnes des traits antérieurs à la glaciation: ils lui ont préparé les voies, en lui fournissant pour ainsi dire une première maquette; par contre, les glaciers ont connu à plusieurs reprises, pendant l'ère quaternaire, des phases de crue, correspondant à des périodes de climat plus frais et surtout plus humide: ainsi les traces du modelé glaciaire débordent-elles largement hors du domaine actuel de la glaciation, qu'il s'agisse de l'Europe du Nord-Ouest ou de l'Amérique du Nord, ou encore de la plupart des hautes et moyennes montagnes des latitudes intermédiaires. Les processus se sont succédés dans ces zones et ont amené une sorte de superposition des formes, avec, à chaque fois, des retouches plus ou moins importantes. La photographie aérienne prenant en enfilade le Hardangerfjord, en zone actuellement non glaciée, révèle une « auge » toute fraîche, comme si les glaciers qui l'ont formée venaient de l'abandonner. Le Loch Leven en Ecosse, dont l'origine est



Photo D. N. L.

Glacier en Antarctique.

Glacier dévalant du plateau polaire et s'écoulant par de grands passages en pente rapide, jusqu'au shelf qui cerne l'ensemble du continent. Photographie prise en 1947.

Le Cap Platen (Spitzberg).

Extrémité nord de la Nordostlandet, une des îles du Spitzberg, par 80°30' de latitude Nord. Petits glaciers de plateaux assez médiocrement alimentés; pourtant les langues étalées en éventail arrivent presque au niveau de la mer.



Officiel U. S. Navy Photo.



Official U. S. Navy Photo.

Plateau polaire et ice-shelf (Antarctide).

A l'arrière-plan, le plateau polaire, projetant une série de chaînes aux arêtes vives. Enneigement considérable, à l'exception des versants raides opposés au vent. Au premier plan, glace horizontale du « shelf » recouvrant le rivage.

semblable, a beaucoup moins bien conservé son modelé spécial: pourtant si l'on élimine les formes dues aux éboulis, aux glissements de terrain et aux progrès de l'alluvionnement, c'est bien la même empreinte qui transparaît.

La vision aérienne rend avec une vigueur particulière le modelé glaciaire: la suppression des premiers plans et des écrans qu'elle réalise si bien, révèle dans toute leur ampleur les formes en creux qui caractérisent surtout ce modelé: cirques environnés de crêtes vives et de hautes parois, auges aux versants raides, gradins et verrous apparaissent avec une netteté étonnante, que soulignent des ombres sans moelleux. On se rend compte aussitôt qu'un tel relief n'a pu se former dans des conditions normales.

Ce n'est pas à dire que l'action de la neige et de la glace soit sensible partout: la neige, en particulier, est incapable de s'accrocher aux parois trop raides, celles-ci échappent par ailleurs au ravinement en raison de l'absence de précipitations liquides, mais elles sont exposées directement aux processus de désagré-gation physique et chimique: la roche éclate sous l'effet du gel et du dégel; à d'autres endroits elle pourrit et débite une quantité considérable de matériaux de tous calibres, qui dévalent les pentes, en suivant de préférence les « chemi-nées » dites d'éboulis, familières aux alpinistes. Les débris s'accumulent au bas des parois en amoncellements instables, en talus dont la pente est d'autant plus raide que les matériaux grossiers y sont abondants. A moins qu'ils ne s'enfouissent dans la crevasse externe de quelque névé.

Dès que la pente est moins forte, en effet, la neige « tient », formant une couverture, pérenne ou non. Dans le premier cas, elle finit par s'accumuler au fond des bassins de réception torrentielle, en y formant des névés. Or le névé n'est pas seulement un amas de matière inerte; il est un milieu actif, qui colla-bore à l'élaboration de la topographie montagnarde. Il s'y produit en effet un travail interne; grâce aux alternatives de gel et de fusion, mais surtout grâce à la pression, la neige s'y transforme en glace. Le rôle du névé est donc de produire la matière destinée à devenir elle-même agent d'érosion et de transport. En même temps il exerce une action sur le relief: l'évacuation du surplus de glace, par glissement sous pression, provoque l'arrachement du fond du cirque; cepen-dant que l'évacuation des débris se trouve ainsi partiellement assurée. La dif-férence des processus qui interviennent sur les pentes ou dans les fonds enneigés, et sur les parois nues, aboutit à accentuer les contrastes, au lieu de les atténuer comme ferait une érosion normale: le relief de certains massifs de type alpin est ainsi fait tout entier de coups de gouge et d'arêtes vives, qui contribuent à leur donner une apparence d'extrême jeunesse.

Les contrastes ne sont pas moindres vers l'aval. La glace évacuée par les névés se concentre dans les vallées sous forme d'une langue d'autant plus allon-gée que l'alimentation nivale en est mieux assurée et que la topographie se prête mieux à cette concentration. Les pressions considérables qu'elle subit en font une matière semi-plastique, qui se moule sur les contours des reliefs encaissants, et s'écoule lentement vers l'aval. La photographie aérienne rend bien ce mouve-

ment, matérialisé, pour ainsi dire par les traînées de débris que porte en surface le glacier et par les fissures transversales qui s'y produisent: le glacier d'Aletsch, dans le massif de la Jungfrau, est ainsi marqué de rayures en ogive qui figurent les variations de vitesse dans le lit: plus forte dans la région médiane, elle est moindre sur les bords, à cause du freinage des parois.

Cette coulée, en raison des pressions énormes qu'elle transmet, et des matériaux durs qu'elle charrie, est douée d'un pouvoir d'érosion considérable, mais d'érosion presque uniquement linéaire, localisée dans le lit même du glacier. Elle se manifeste par le creusement du fond et l'usure latérale des parois. Ainsi se crée cette forme particulière, caractéristique, qui est l'auge glaciaire. Son origine est une vallée normale, mais le passage du glacier se marque par l'élargissement du fond, par le raidissement des versants jusqu'à des épaulements qui sont d'anciens replats retouchés par la glaciation. En même temps, l'auge est toujours d'un dessin simple, bien calibré, les éperons préglaciaires étant taillés en facettes ou détachés de leurs pédoncules par l'érosion. La photographie aérienne ne peut rendre le poli de la roche, les stries dont elles sont marquées, le moutonnement classique substitué à la rugosité primitive et tous les détails du modelé qui indiquent la vigueur du processus. Mais elle rend admirablement le relief d'ensemble qui en résulte.

Evidemment, il n'est pas question que cette érosion se répercute sur toute la surface topographique, comme c'est le cas lorsque c'est l'eau courante qui est responsable du modelé. Bien plus, l'érosion du lit glaciaire lui-même est loin d'être régulière: elle tend au surcreusement des parties déprimées, cependant qu'elle respecte les obstacles, dont la saillie, l'anomalie, ne cesse de s'accroître. On peut admettre que son intensité est fonction de la pression de la glace sur le fond et sur les parois; or si la pente diminue, la glace a tendance à s'accumuler, plus exactement son mouvement se ralentit, ce qui a pour conséquence l'augmentation de l'épaisseur et donc de la pression. Au contraire, lorsque la pente augmente, surtout si elle augmente brusquement, le mouvement s'accélère; le glacier, en amont, n'arrive plus à débiter suffisamment; l'épaisseur de la glace diminue, bien plus, des crevasses se forment, des blocs se séparent et basculent formant des amoncellements instables de séracs: autant de signes que l'adhérence de la glace au lit du glacier a cessé d'être assurée; l'écroulement d'un sérac représente ainsi une certaine quantité d'énergie qui se dépense en surface: c'est autant de perdu pour le creusement du lit.

De telles inégalités dans le creusement sont du reste également sensibles entre les diverses branches du réseau glaciaire: la masse de la glace est moins importante dans les branches secondaires, le creusement s'y effectue donc au ralenti par rapport à la branche principale; la confluence devient un point critique, marquée par une dénivellation qui tend à s'accroître. Elle se manifeste souvent par la présence d'un système de séracs: quand le glacier se retire, l'émissaire doit franchir en cascade un gradin fortement moutonné. Tel est l'aspect que présente sur la photographie aérienne, l'Oberaargletscher, dans le massif de la Jung-

frau (qui est bien l'un des plus magnifiques champs d'observation qu'on puisse imaginer). Il conflue à quelque 200 mètres au-dessus du niveau de l'Unteraargletscher. Malgré son altitude supérieure la langue affluente, sous-alimentée par rapport au glacier principal, a plus sensiblement reculé, le gradin de confluence est à nu, l'émissaire issu de la caverne terminale du glacier supérieur, a commencé à scier le verrou et se précipite en cascade dans le Grimsensee.

Evidemment de telles ruptures de pente ont leur origine dans le relief préglaciaire, lorsqu'il se manifestait par une topographie encore jeune ou en voie de rajeunissement: elles sont le signe d'une régularisation très imparfaite. Mais la phase glaciaire aboutit à une désorganisation beaucoup plus poussée du relief, créant des ombilics, des verrous, des contrepentes et des anomalies nombreuses, qui sont ensuite difficilement rachetées; la continuité des plans d'eau du réseau hydrographique ne peut être obtenue que par l'ennoyage des parties surcreusées d'où les lacs innombrables qui percent les régions occupées par les calottes glaciaires de l'époque quaternaire.

Les glaciers ont au moins ceci de commun avec l'hydrographie normale qu'ils sont susceptibles d'assurer de l'amont vers l'aval l'évacuation des débris que la montagne débite en grande quantité. Aux éboulis prélevés par le névé sur sa « rimaye » et mêlés à la première glace s'ajoutent les produits de l'érosion des versants de l'auge elle-même. Ils forment à la surface des glaciers (sans parler des moraines de fond) ces longues traînées dont la photographie aérienne rend si parfaitement compte. De latérales, les moraines deviennent médianes par confluence, mais la nature de l'agent transporteur est telle qu'il peut se former plusieurs moraines médianes sans qu'elles se confondent; elles tracent alors des filets continus qui se poursuivent depuis le point où les débris sont débités à la surface du glacier. Ce n'est qu'à l'extrémité inférieure que s'amoncellent les matériaux mal triés, partiellement broyés, qui donnent les moraines frontales. Ce sont des formes provisoires, d'apparence désordonnée, qui, reprises par le réseau torrentiel, passent à des formes normales de terrasses caillouteuses, cependant que la partie la plus fine des matériaux, enfin triés, entre dans le système de transfert et de répartition de l'hydrographie normale. Formes provisoires, mais que l'évolution récente n'a pas encore effacées, alors même que les glaciers ont disparu, qui les avaient abandonnées dans leurs phases de retrait: elles jouent un rôle important dans la topographie des pays que la crue des glaciers quaternaires avait recouverte.

Le cas des régions polaires ou subpolaires est tout à fait spécial: ici c'est vraiment de « découverte » des formes qu'il s'agit; la dernière phase de l'exploration des régions polaires a coïncidé avec le développement des techniques aériennes, qu'il s'agisse des observations faites par les Russes et les Américains dans le Grand Nord, ou de la récente expédition de l'Amiral Byrd dans l'Antarctique. Une documentation photographique a pu être réunie, qui rend accessible tout un monde de formes, surgies de l'obscurité où les tenait notre ignorance.

Des régions polaires arctiques, il y a peu à attendre, étant donné qu'il s'agit

d'un monde essentiellement maritime. Une grande banquise de glace ancienne dérivant lentement couvre le pôle d'une calotte à peu près continue. Cependant qu'une frange glaciaire beaucoup moins régulière borde la terre ferme, l'anneau continental que constitue le front septentrional de l'Eurasie et de l'Amérique. C'est dans cette dernière zone, subpolaire, qu'il faut chercher les formes caractéristiques. Une photographie saisissante de la terre de Peary, au nord du Groenland nous en révèle un des aspects qui n'est du reste par le seul. Il s'agit d'un relief raboté par de longues périodes d'érosion. Une calotte glaciaire, d'ailleurs assez mince, semble-t-il, rend encore plus poignante la monotonie de ce vieux plateau sans relief. Un glacier, d'une longueur inusitée, débouche au fond d'un fjord, le Frederick Hydefjord. La vallée forme de grands méandres encaissés, mais les versants raides en sont parfaitement parallèles: tous les éperons ont été tranchés en facettes où l'on est étonné de trouver des traces de ravinement. La langue, fortement chargée de moraines alignées, se termine en biseau dans le fjord, libérant de menus icebergs qui flottent sur l'eau superficiellement congelée.

Les photographies de l'Antarctique révèlent une autre puissance, une autre intensité de l'action glaciaire; il s'agit en effet d'un vaste continent, dominé par un plateau imposant, partiellement volcanique, dont l'altitude dépasse souvent 3.000 mètres. On peut s'attendre à une alimentation nivale et glaciaire considérable, marquant profondément le relief. De fait, la photographie aérienne révèle des reliefs partiellement ensevelis sous la neige. Des glaciers d'une grande puissance dévalent du plateau polaire; c'est sans doute la réserve glaciaire la plus importante qui existe à la surface des continents. Ils s'écoulent par de grands chenaux en pente rapide, et aboutissent au bouclier des glaces littorales, au « shelf » flottant qui entoure la terre ferme. Pourtant, sur des étendues continentales aussi vastes, les conditions de climat ne sont pas partout les mêmes: le froid constitue évidemment la constante caractéristique, mais les précipitations peuvent varier; l'intérieur connaît un régime de hautes pressions qui donne naissance à des vents secs ou très secs; la neige accumulée par les blizzards ne doit pas faire oublier la nuance d'aridité que prend souvent le climat antarctique, notamment dans les régions exposées aux vents d'Est. Les photographies prises au cours de l'expédition Byrd en 1947 ont révélé l'aspect curieux de vallées complètement libres de neige; des comptes rendus ont parlé d'oasis, en réalité il faut éloigner toute image évoquant la présence de la vie, car il n'y a pas de désert plus complet. Dans un plateau où subsistent seulement quelques plaques neigeuses, sur un sol curieusement martelé (il s'agit des sols polygonaux qui se rencontrent également dans la zone subpolaire arctique) s'ouvre une ample vallée absolument nue. Les glaces se tiennent en réserve dans les langues affluentes et dans la partie supérieure de l'auge. Dans cette vallée sèche le transfert des matériaux a cessé d'être assuré; il n'y a donc aucune forme qui corresponde à d'anciennes moraines, ni d'ailleurs aucune trace du rabotage caractéristique des lits glaciaires; les versants raides et rocheux débitent des débris abondants qui les enterrent aux trois quarts; le fond de la vallée est lui-même envahi, le seul processus par lequel



Official U. S. Navy Photo.

Vallée dépourvue de glace dans l'Antarctide.

Ancienne vallée glaciaire, abandonnée par le glacier en raison de l'aridité du climat. A l'arrière-plan, des glaciers affluents parviennent jusque dans la vallée, que les glaces occupent encore en amont. Versants masqués par des talus d'éboulis. Traces de solifluxion. Au premier plan, sols polygonaux.



Photos Aéro Films Ltd.

Le Nil à Malakal (Soudan égyptien).

Vallée encaissée dans la plate-forme rocheuse du désert sableux. Au loin, des avant-butes forment des « inselberg ». Aridité absolue, à l'exception des rives mêmes du fleuve. La roche en place, avec sa structure, transparait sous le manteau caillouteux. Modelé superficiel en réseau, sans écoulement visible. Quelques ravins peu évolués figurent pourtant les traces d'une érosion ancienne plus proche de la normale.



s'élabore le modelé semble être la solifluxion qui donne des loupes et des creux irréguliers.

Il est intéressant de comparer cette topographie si exceptionnelle avec celle du fjord Frederick Hyde dans la terre de Peary ¹. Dans un cas, une alimentation neigeuse suffisante sans être excessive, permet le fonctionnement d'un grand émissaire; elle assure l'évolution d'un relief glaciaire classique, aux formes nettes, l'évacuation des débris étant normalement assurée. Dans l'autre cas au contraire l'aridité a causé l'ennoyage des formes vives, par défaut d'évacuation, et ceci d'autant plus que le froid favorise la désagrégation mécanique de la roche exposée sans protection aux agents atmosphériques.

* * *

Ce sont aussi des formes étranges que celles des régions arides, du moins elles paraissent telles à l'homme dont l'œil est habitué à la topographie dite normale des régions humides. La suppression plus ou moins complète de l'eau ne rend pas seulement précaires les conditions de la vie, elle agit fortement sur le relief. Un désert est une région sans végétation, mais c'est également le lieu d'un certain type de *modelé*.

Il faut toutefois se garder des conceptions simplistes qui n'ont pas toujours cessé d'avoir cours; le désert n'est pas seulement l'immensité des sables vulgarisée par tant d'images; ses aspects varient avec la nature lithologique et la structure des régions sur lesquelles il s'étend. D'autre part, le désert absolu représente un état excessif, il y a bien d'autres sortes de régions sèches: autant de nuances dans les climats sub-arides, autant de types de modelé; les pays de transition comportent en particulier l'alternance ou la coexistence de processus empruntés les uns à la zone aride, les autres à la zone humide, ce qui retentit évidemment sur l'évolution du relief.

Enfin, il ne faut pas oublier que l'évolution du relief ne s'est pas effectuée de bout en bout sous le même climat; pour s'en tenir aux derniers épisodes, les régions actuellement désertiques semblent avoir connu des périodes de climat moins sec pendant lesquelles elles ont été soumises aux conditions d'une érosion normale: des vallées creusées par des cours d'eau permanents traversent des régions qui n'ont plus d'écoulement continu; des terrasses d'origine fluviale ont été dégagées dans des glaciés de cailloutis, en bordure d'oueds maintenant desséchés; de grands lacs ont disparu, dont les rivages nous sont conservés. On ne peut s'empêcher de rapporter cet ensemble de faits à la période de climat plus humide, qui a provoqué, en d'autres régions, on l'a vu, la grande crue des glaciers quaternaires. On comprend qu'il y ait souvent, dans les régions arides, une sorte de surimposition plus ou moins nette des formes; elles sont alors comme un palimpseste qui laisserait deviner une histoire effacée, ou comme une grande ruine, où subsisteraient les fragments d'une vaine architecture. Le schéma est le

¹ Voir page 65.

même à cet égard que dans les pays où l'hydrographie normale n'est pas parvenue à effacer les traces de l'ancienne glaciation.

Quoiqu'il en soit, la spécificité du modelé dans les régions arides n'est pas à discuter. Elle a son origine, pour partie dans l'intensité de l'érosion et dans la manière dont elle procède. On pourrait penser que la raréfaction des précipitations est un facteur de conservation des reliefs; il n'en est rien, c'est au contraire leur destruction qui se trouve favorisée. La cause en est d'abord dans l'accentuation des variations de température, et, plus généralement dans l'aspect excessif du climat; en raison de la sécheresse de l'atmosphère et de la clarté du ciel, l'échauffement par le soleil aussi bien que le refroidissement par le rayonnement de la terre sont poussés à leur maximum, dans le minimum de temps; les roches les plus dures, soumises à ce régime, éclatent, se dilatent, se désagrègent par exfoliation, fournissant une quantité considérable de cailloux de tous calibres, avec des formes aiguës. Point de versants doux, de rebords atténués, de courbes et de contre-courbes, mais, en roche dure, des falaises vives, des reliefs décharnés, découvrant le secret des structures, nus comme des squelettes, dressés sur des « pédiments » rocheux et des amas de débris. Pourtant les précipitations ne sont pas toujours négligeables. Quand elles se produisent, notamment dans la zone externe des déserts, c'est avec une brève violence, beaucoup plus efficace en quelques instants qu'une longue pluie régulière. Etant donné qu'à l'aridité du climat correspond une végétation clairsemée, voire même inexistante, c'est un sol mal défendu qui s'offre à l'attaque du ruissellement. Les parties meubles sont arrachées, un réseau de crêtes et de ravins instables s'étend, qu'une nouvelle averse vient bouleverser, une nappe de débris est entraînée en un bond brutal mais bref.

Ce n'est pas seulement par les modalités de l'érosion que les régions arides se distinguent des zones humides, mais aussi par la façon dont est assurée l'évacuation des débris. Normalement celle-ci s'amorce sur les pentes selon divers processus, et elle se poursuit de façon continue par l'intermédiaire des rivières et des fleuves, jusqu'à la mer. La migration est déjà moins régulière mais elle est pourtant encore assurée dans les zones de régime nival ou glaciaire. Il se forme dans les deux cas des talus en pente raide ennuyant le bas de parois raides. Mais alors qu'en montagne, ce que le névé engloutit par sa rimaye est finalement restitué au profit du glacier et incorporé aux moraines en mouvement, en région aride, du fait de l'insuffisance des précipitations, les débris ont tendance à s'accumuler sur place, comme feraient les pierres d'une carrière privée de tout moyen d'enlèvement. Ce n'est pas tout à fait le cas lorsque se produisent les averses torrentielles, dont on a vu la puissance de ravinement: les oueds ont alors, pendant leur courte crue, une puissance de transport étonnante; leurs lits mêmes se mettent en mouvement, mais c'est pour peu de temps: ils ne tardent pas à se figer comme une coulée pierreuse en attendant une autre crue. Naturellement, il n'est pas question, pour des torrents si chargés de se creuser un lit; d'ailleurs, en fonction de quel niveau de base le feraient-ils? Au sortir de la montagne l'oued a tout juste la force d'épandre ses débris en un glacis plus ou moins hori-



Photo Griaule.

Photo Chombart de Lauwe.

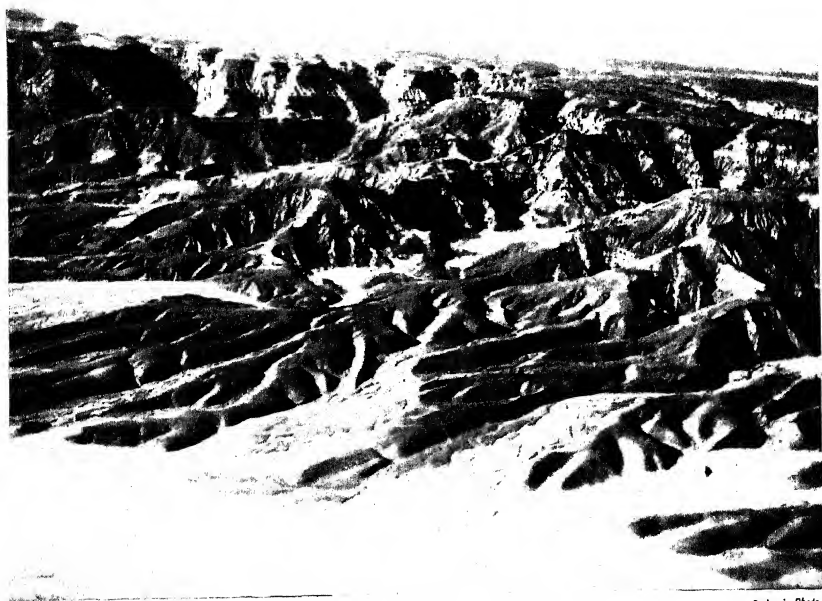


Le désert sableux: dunes dans le Sahara.

Crêtes sinueuses, selon une direction d'ensemble à peu près constante, en rapport avec le vent dominant. Entre les dunes, dans cette région, larges passages plats ou « gassi » où la végétation buissonneuse décelé la présence d'une certaine humidité. De petites arêtes contournées, plus ou moins consolidées, parcourent les fonds de ces passages. L'aspect est tout différent de celui du désert rocheux représenté par ailleurs.

Dunes (Sahara).

Le recoupement des arêtes instables ou « sifs » donne de curieux pitons pointus, les « oghrouds ». Noter les surfaces courbes modelées par le vent.



Swissair Photo.

Désert d'Arabie.

zontal; il se développe des deltas intérieurs et des divagations, au sein de dépressions aveugles, où l'infiltration et l'évaporation compensent et au delà, les apports occasionnels d'eau nouvelle; il n'y a donc pas d'évacuation possible vers l'extérieur, vers la mer. C'est pourquoi les déserts sont si souvent envahis par les cailloux, qui constituent un véritable ennoyage; du moins en est-il de la sorte à proximité des reliefs qui débitent d'abondants matériaux détritiques; ceux-ci surgissent alors avec leurs multiples ciselures et leurs rebords tranchants, comme des îles perdues, au-dessus de piedmonts caillouteux.

Il y a pourtant dans les déserts un agent de triage et de transport à grande distance: c'est le vent. Il y est souvent violent, qu'il s'agisse de vents réguliers, comme l'alizé et ses divers succédanés, ou de brusques tornades qui se forment sur les zones surchauffées. De toute manière, les grandes dépressions intérieures remblayées, ainsi que les surfaces planes des plateaux leur laissent le champ libre. C'est une énergie considérable qui trouve ainsi à se dépenser; il n'est pas étonnant qu'elle contribue efficacement à l'élaboration du relief.

Fluide comme l'eau, beaucoup plus mobile qu'elle, l'air obéit à des modalités différentes. Le fait essentiel est son indépendance par rapport à la pesanteur. Donc il n'est pas question d'un travail rapporté à l'unique direction de l'amont vers l'aval, de haut en bas, jusqu'au niveau de base en général: le vent est un agent de plus haute fantaisie. En réalité, la pesanteur garde toujours ses droits: elle les retrouve lorsqu'intervient l'inertie des particules transportées, et leur poids, qui les précipite à terre dès que faiblit le souffle qui les tient en suspens.

Encore faut-il, comme pour l'eau courante, que le vent soit porteur d'une certaine « charge » pour devenir un agent vraiment actif du modelé. Cette charge, il lui est facile de la prélever sur toutes les surfaces d'épandage de produits caillouteux non consolidés: piedmonts ou lits d'oued. Ce faisant, il opère un tri,

Désert d'Arabie. Paysage saharien typique. Le socle cristallin est ici recouvert par une couverture sédimentaire, très régulièrement stratifiée. Elle est tabulaire, doucement inclinée, sans aucune ondulation. Elle est vigoureusement attaquée par l'érosion. La photographie montre une cuesta, forme caractéristique des vieilles plateformes. Sur le revers de la cuesta, on distingue au loin des vallées « conséquentes » qui, établies sur la surface structurale des couches résistantes sont orientées selon le pendage, se sont enfoncées entre des corniches étagées et festonnent la cuesta de larges rentrants. Au premier plan, la cuesta qui est elle-même très festonnée, mais par des vallées ou ravins obséquents, affluents d'une vallée subséquente visible au premier plan, semble avoir capturé des vallées conséquentes. Le modelé d'érosion désertique explique en outre la nudité de la surface structurale du revers de la cuesta; la vigueur du modelé du front où les barres de roches dures dégagées dessinent deux gradins intermédiaires entre des talus très ravinés; la multiplicité des ravins aux angles durs; l'existence d'un véritable pediment ou surface rocheuse, morcelée il est vrai par les ravins, mais dont les surfaces planes, en roche tendre, sont bien visibles, faiblement inclinées en contrebas de la cuesta; l'aspect des fonds d'*ouadi*, larges et plats, entre des versants abrupts, secs mais où la dernière crue a laissé la trace de multiples bras incurvés et anastomosés. La désagrégation mécanique et la brutalité des pluies courtes concourent à expliquer ce modelé. Les *ouadi* sont, dès leur origine, chargés à plein de débris grossiers. Dès qu'ils s'échappent du front de la cuesta, ils ont tendance à remblayer; la diminution de la pente, l'oscillation des bras divagants, dont les plus importants sont rejetés vers les bords, expliquent l'érosion latérale, la raideur des versants, l'augmentation rapide de la surcharge vers l'aval et l'élargissement des fonds de vallée.

(J. DRESCH)

entraîne par déflation les parties fines et laisse à terre les éléments grossiers qui couvrent notamment les Hamadas sahariennes. Il aspire les moindres débris, nettoie les anfractuosités et les interstices. Ainsi chargé, il peut passer à l'attaque de la roche vive, creusant des alvéoles dans les parties tendres. Les jets de sable érodent jusqu'aux falaises de roches dures: au point précis où la charge est la plus forte et la vitesse maximum, ils parviennent à creuser cette grosse rainure ou cet évidemment qui donne aux roches isolées de curieux profils de champignons. Enfin, au ras des plateformes suffisamment tendres, le vent met en mouvement sur le sol même des particules plus lourdes qui peuvent creuser des sillons et des crêtes vives, tranchantes comme des lames.

Mais ce ne sont là que des détails du modelé, que la photographie aérienne peut difficilement rendre; il n'en va pas de même pour les grands ensembles qu'elle fixe sur ses pellicules, comme c'est le cas pour les dunes.

C'est ici que s'affirme le plus l'indépendance du vent par rapport à la pesanteur, et son originalité par rapport à l'eau courante. Celle-ci, lorsqu'elle devient agent de construction, se borne à accumuler des alluvions, à peu près à l'horizontale, au-dessous de la surface de ses plus grands débordements; le vent, au contraire, peut dresser des reliefs, construire des formes saillantes.

Les dunes ne se constituent pas en toutes circonstances, pratiquement elles n'occupent qu'une surface réduite dans les régions arides. Par contre, on les trouve également dans les régions humides, sur les rivages. Il faut pour qu'elles se forment en un lieu donné que le vent trouve non loin de là le moyen de se fournir en sable sec d'un certain gabarit. Il faut aussi de préférence que la région soit relativement abritée, pour que le vent puisse passer aisément de la phase du transport à celle du dépôt: les hauts plateaux découverts, par exemple, ne portent pas de dunes. Lorsque ces conditions sont remplies, le sable vient s'accumuler en bourrelets mobiles, dont les extrémités, étant moins protégées, progressent plus vite: d'où la forme en croissant parfois réalisée, d'où surtout l'allure sinueuse des grands systèmes de dunes, que séparent souvent de larges couloirs continus. La dune vive est du reste toujours une forme d'érosion en même temps que d'accumulation; sans quoi elle s'empâterait, elle ne progresserait pas; non seulement le sable, enlevé par déflation du versant au vent, vient fumer à la crête, qui s'aiguise en un surplomb instable, mais encore le vent frappant la dune, creuse les surfaces qui lui sont opposées; il en fait des surfaces courbes, très régulières, dont le recoupement donne d'éphémères pitons; pour n'être pas durable, leur aspect n'en révèle pas moins une étonnante harmonie; ils ressemblent à de grandes hélices, aux pales savamment profilées pour le brassage d'un fluide. Dans le désert c'est le fluide qui a modelé les pales, dans la belle matière sans défaut du sable fin.

* * *

Il faut retenir cette notion d'harmonie: ce n'est pas seulement l'expression subjective d'une admiration un peu vague; elle implique qu'il y a dans la nature

un ordre, des rapports équilibrés de forces, dont les formes actuelles sont la traduction plus ou moins intelligible.

Rien de tout ceci n'est nouveau pour les spécialistes, leurs observations multipliées, leur effort d'analyse, les grandes hypothèses qu'ils ont formulées ne cessent de les confirmer dans cette idée d'un ordre partiellement imposé aux reliefs d'origine et qui transparaît en traits harmonieux. Mais pour l'immense foule des non-initiés, la nature reste le lieu de forces désordonnées dont les excès créent les sites exceptionnels qu'il couvient d'admirer. Bien peu savent « voir » les paysages les plus communs, fixés à jamais dans une apparente médiocrité; et pourtant, que de beauté, que d'harmonie encore une fois, dans ces collines familières, dans ces plaines sans mystères, dans ces rivages bas où déferle une mer sans attrait! Seulement, il faut prendre de la hauteur pour s'en persuader; on dirait alors que le paysage s'anime, que ses éléments se rassemblent et s'ordonnent pour composer un spectacle tel qu'il n'est plus possible de rester insensible à sa contemplation.

C'est que l'altitude agit à l'inverse du microscope, qui révèle tout un monde complexe et merveilleux au sein de la nature qu'il grossit; elle rend intelligibles et belles, en les réduisant, des formes insaisissables ou médiocres à leur dimension réelle. D'ailleurs, n'est-ce pas l'altitude qui donne de toute chose la vue la plus directe, la plus vraie? En présence d'un relief, nous disons que nous le voyons de face quand nous sommes à son pied et que nous en apercevons le profil, de notre regard rasant, mais c'est une illusion: seule la vision aérienne verticale permet de voir les choses « de face », et donc dans leur forme véritable, parce qu'on est alors complètement détaché de leur surface. Et c'est pourquoi nous avons cette impression d'un tableau qui se compose au fur et à mesure que nous nous élevons. L'harmonie que nous ne percevions de terre que dans les reliefs, dans la sculpture à trois dimensions, voici maintenant qu'elle émane même des lignes et des surfaces, dont le dessin à plat échappait à notre courte vue de terriens.

C'est donc d'une manière presque parfaite, en tout cas très complète, que la photographie aérienne permet de juger de ces rapports de force qui donnent aux paysages naturels leur accent. A l'une des extrémités du complexe, il y a les hautes montagnes les plus proches en apparence de l'état d'origine. Leur aspect farouche effrayait et choquait les voyageurs de l'époque classique, il a fallu le romantisme, et ce qu'il a déposé en chacun de nous, pour en faire apprécier la sauvage grandeur, que le sport et le tourisme ont achevé de nous rendre familière. Ce qu'elles ont d'admirable, et que la photographie aérienne rend avec une espèce d'indiscrétion, plus que leur dimension, leur altitude, n'est-ce pas la trace qu'elles portent de luttes incessantes? Crêtes déchiquetées, abîmes des cirques et des profondes vallées, neiges et glaciers rongant leurs lits en sont des témoins irréfutables. Les parties les plus saillantes de l'écorce terrestre opposent aux agents d'érosion l'anomalie de leur relief, la résistance des roches qui les constituent; leurs formes ne sont pourtant que la traduction fugitive d'un bilan provisoire. Car elles sont aux prises avec une force plus constante, plus assurée du succès

final qu'aucune autre, à savoir la pesanteur, l'universelle pesanteur, servie par des agents dont l'eau est le principal; c'est elle qui aboutit à l'abaissement de tout relief, à l'étalement des matériaux, c'est-à-dire en définitive au « conditionnement » total du relief. La nature des roches, leur disposition structurale peuvent ralentir ou accélérer l'évolution, elles peuvent ce faisant, et à titre provisoire, déterminer des formes originales de relief, l'issue de la lutte n'est pas douteuse, dût-elle être plusieurs fois reprise et se poursuivre à travers plusieurs cycles: c'est vers l'horizontale que tend finalement le relief, vers la forme la plus simple et la plus dépouillée, qui n'est plus qu'une surface à peu près plane. Le « conditionnement » des formes n'est nulle part aussi bien réalisé que lorsque la matière a été tout entière remaniée, et réduite à ce point qu'elle a perdu toute structure, et n'est plus qu'un agrégat de matériaux fins et triés: de là provient l'horizontalité de certaines plaines littorales; à la mer elles n'opposent plus que l'inertie de leurs particules infimes de vase et de sable fin, où vient s'inscrire la ligne pure du rivage. C'est aussi le cas de la dune vive modelée par le vent dans un matériau totalement remanié, et donc bien trié, et qui reste constamment mobilisable.

A ce point de leur évolution, les formes naturelles sont les plus proches de l'œuvre d'art, étant entièrement façonnées dans la matière, à laquelle elles impriment une souveraine harmonie. L'esprit peut s'y reposer, à peu près comme il le fait devant les grandes œuvres humaines: ne retrouve-t-il pas, dans les deux cas, les mystérieuses règles d'or par lesquelles s'exprime la soumission de la matière plastique à des règles d'équilibre et à des lois universelles ?

Vue à très haute altitude, la terre apparaît impassible et déserte, dans la nudité de ses formes simplifiées. Mais il faut s'arracher à cette contemplation planétaire: la Vie existe! Quand les eaux se furent rassemblées, dit la Genèse, et qu'elles se furent séparées de l'élément aride, Dieu ne fit-il pas l'herbe verte et les arbres, et les grands animaux aquatiques, et les oiseaux du firmament, et toutes les bêtes de la terre? « Il vit alors que cela était bon! » Le monde n'est pas fait que de formes, de volumes et de contours! Un manteau de matière vivante, plus ou moins continu, les enveloppe de son tissu quelquefois transparent et plus souvent opaque. Les spécialistes disent qu'une sphère spéciale, la biosphère, entoure la sphère minérale, ou lithosphère, dans laquelle elle se trouve implantée, tandis que ses parties visibles baignent dans l'air ambiant. Il faudrait ajouter tout ce qui peuple l'univers aquatique, car c'est, de tous, le milieu le plus fécond, même s'il échappe pour une grande part, à notre vision partielle du monde.

Pour tous ces phénomènes, qui relèvent de la vie, l'avion n'est pas un moins bon instrument d'observation qu'il ne l'est pour les formes du relief, à ceci près, naturellement, que beaucoup de choses lui échappent, dans un domaine où de très petits organismes peuvent jouer un rôle considérable; mais il y a aussi de grands ensembles visibles, qu'il permet d'observer, grâce à l'altitude, sans pourtant négliger certains détails; surtout, il maintient à la vision son caractère concret, ce qui est particulièrement précieux pour des phénomènes aussi complètement interdépendants que ceux de la vie: l'association y est une loi normale, constante, absolue, non seulement à l'intérieur de chacun des règnes que deux disciplines indépendantes, la botanique et la zoologie, nous ont habitués à distinguer, mais encore entre les individus de ces deux règnes. L'objectivité de la

vision aérienne, le respect qu'elle manifeste de « l'environnement », sont des éléments importants qui ont permis de compléter de façon intéressante les observations faites à terre.

Evidemment, ces qualités valent surtout pour la connaissance du décor végétal, les manifestations directes de la vie animale étant le plus souvent fort discrètes dans les tableaux qui nous sont fournis par la photographie aérienne : la non-implantation de l'animal lui permet de ne pas s'incorporer au tapis vivant et de manifester son indépendance relative, en se constituant, sous le couvert, des refuges invisibles. Il n'y a guère que l'homme qui s'affiche avec une absence de retenue qui lui est particulière : ses villes étalées, ses terroirs envahissants, ses pistes et ses routes sont inscrits sur le globe en lignes et surfaces apparentes : la créature du sixième jour a apporté de sérieuses retouches au reste de la Création.

La végétation, par contre, forme tout le fond de tableau : elle habille les formes, leur donnant teinte et vie, avec des variations étonnantes de couleur, d'intensité, de grain (on pourrait presque dire : de pâte !) Naturellement ce que l'avion en perçoit n'est que la strate tout à fait supérieure, le plafond, qui tantôt ne dépasse le sol que de quelques centimètres, tantôt au contraire s'élève au-dessus de lui à des dizaines de mètres ; et alors, il y a place au-dessous, pour bien d'autres strates, pour bien des couches vivantes et complexes qui n'apparaissent pas dans la vision aérienne. Pourtant le rapport est évident, et direct, entre ces herbes ou ces cimes, et le sol qui les porte et les nourrit. Aussi bien a-t-on vite fait de saisir, sous la fantaisie apparente et le caractère ornemental de cet étonnant tapis, un ordre véritable, qui peut être l'objet d'une interprétation scientifique et qui, de toute manière, est plein de signification au point de vue géographique.

A la photographie, il manque en général la couleur : l'analyse, appuyée au besoin sur la connaissance des propriétés spectrales de la lumière réfléctie par les divers peuplements, gagnerait beaucoup en précision et en intérêt, si les nuances de la végétation, réparties du vert sombre au rouge (sans oublier le blanc des feuilles réfléchissantes) pouvaient être rendues en couleurs vraies. La prise de vue devrait être faite au moment où la diversité des couleurs est la plus grande, en raison de l'échelonnement des périodes végétatives¹. Malheureusement la technique dans ce domaine doit être encore sensiblement améliorée.

Pourtant, dans l'état actuel des choses, la photographie aérienne comporte déjà des indications suffisamment précises sur le tapis végétal, pour pouvoir être utilisée avec profit par les phytogéographes, en vue de l'établissement des cartes de végétation. La confection des cartes de précision, pour les pays bien connus, et

¹ Voir H. Gaussen et J. Trochain : *L'avion, la cartographie botanique et les productions végétales*. Rapport au 2^{me} Congrès national de l'aviation française. Paris, 1946. N° 41 bis/216.

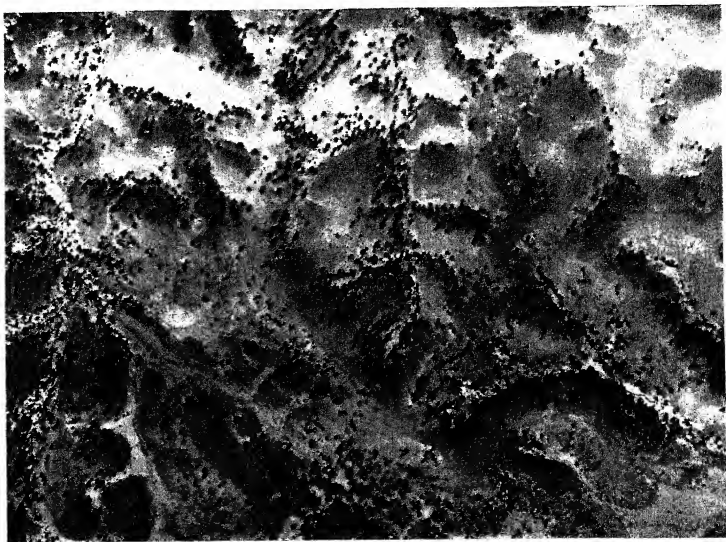
Ci-contre : Le désert nu : Le col de la Vipère, près de Kersay à 150 km. au S.-E. de Beni Abbès, en direction d'Adrar. Vue du désert tel qu'il s'étend au sud des dernières chaînes marocaines.

Végétation buissonneuse sur les Hauts Plateaux algériens : environs de Djelfa, sur la bordure méridionale des Hauts Plateaux, à plus de 1000 m. d'altitude. Végétation de thuyas et de genévriers formant un semis lâche, dessinant à peu près un réseau de thalwegs à peine marqués.



Clichés du service de la Colonisation et de l'Hydraulique (Algérie) Le désert nu : Le col de la Vipère, près de Kersay
(Cie Aérienne de Photographie). (Algérie).

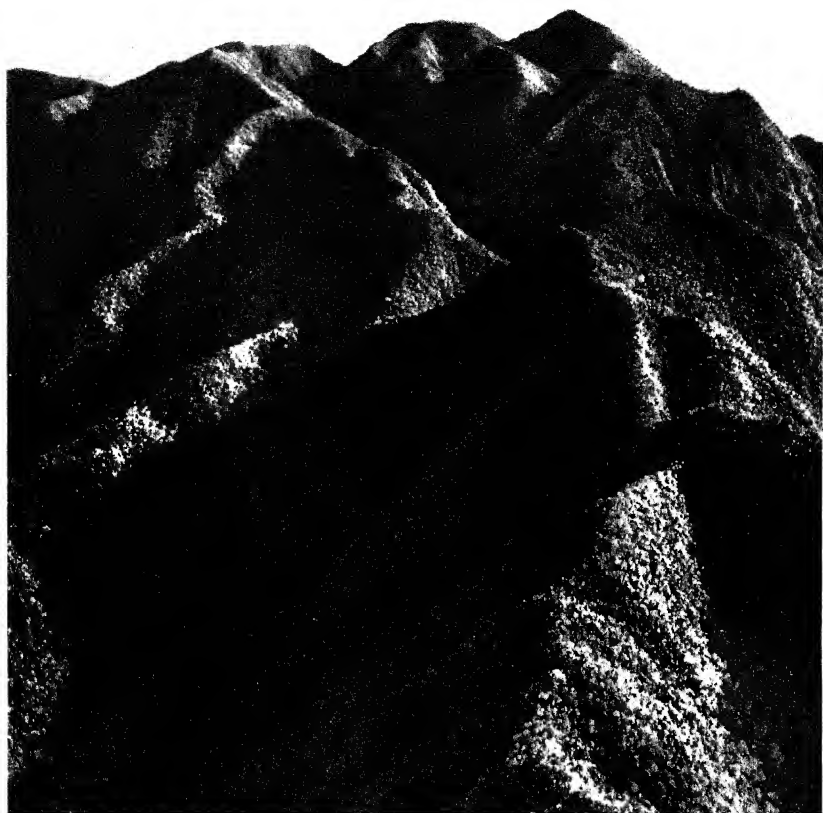
Végétation buissonneuse sur les Hauts Plateaux
algériens, aux environs de Djelfa.





Couloir de verdure dans le désert: Bou Saada (Algérie). La palmeraie s'épanouit au moment où l'oued Dermel sort d'un contrefort des monts Oulad-Nail, avant de se perdre dans la dépression intérieure du Chott el Hodra. Noter la position excentrique de l'agglomération. Des champs prolongent la palmeraie, qui donne l'impression de se perdre dans les sables comme l'eau elle-même.

*Cliché du Service de la Colonisation et de l'Hydraulique (Algérie)
(Cie Adrienne de Photographie).*



*De G. R. Johnson: « Peru from the air »,
publié par la Société américaine de Géographie de New-York.*

Forêt dense sur le piedmont des Andes (Pérou).
Relief complètement recouvert par la forêt dense,
sous un climat très chaud et humide. Malgré la
pente, l'érosion est très ralentie, à cause de la végé-
tation.



La rivière Perene (Pérou). Forêt équatoriale dense.
Noter la variété des essences; aspect confus de
l'ensemble.

*De G. R. Johnson; « Peru from the air »,
publié par la Société américaine de Géographie de New-York.*

pour lesquels on dispose de fonds topographiques suffisants, en est grandement facilitée. Naturellement, le procédé est encore plus précieux, pour l'établissement de levés ultra-rapides dans les régions difficilement accessibles. On a calculé, pour le Tennasserim, que la méthode terrestre permettait de lever à peu près 200 km² en un an de travail, alors qu'en une saison de vol, soit environ 250 heures, on a pu reconnaître de manière satisfaisante environ 17.000 km². En Rhodésie du Nord, l'étude de photographies aériennes prises à 10.000 pieds d'altitude, et couvrant 300 milles carrés, a permis de distinguer 8 types différents et 25 sous-types de végétation, en relation avec la nature du sol et du sous-sol, et de donner de précieuses indications sur la potentialité agricole des terres ainsi reconnues ¹. Il en va de même dans un pays entièrement différent, mais où l'espace et l'éloignement sont également des facteurs essentiels : Pierre George avait montré, lors du 1^{er} Congrès de Géographie aérienne, en 1938, les résultats obtenus par les Russes pour la cartographie de la forêt nordique. La conférence de la photographie aérienne de Moscou, en novembre 1946, a révélé les progrès accomplis depuis, notamment pour la confection de la carte de boisements et roselières de la rive droite de la basse Volga ainsi que du delta de ce même fleuve ².

C'est plus spécialement dans le domaine forestier que la photographie aérienne a reçu jusqu'à ce jour quelque-unes de ses applications les plus intéressantes, du point de vue pratique. A la suite d'un survol à basse altitude de la forêt équatoriale du Gabon, l'ingénieur Duplaquet avait indiqué l'intérêt du procédé pour le repérage des essences intéressantes au point de vue économique notamment en ce qui concerne les nids d'O Koumé ³. On a pu, d'autre part, au Canada, cuber approximativement des secteurs forestiers en estimant la densité de certains peuplements homogènes, et la hauteur des arbres qui les composent, d'après leur ombre portée. La photographie aérienne est également une aide précieuse pour établir le bilan des dommages forestiers, consécutifs à l'épidémie, à l'incendie ⁴, ou même à la guerre, comme cela s'est produit en U.R.S.S.

* * *

Du point de vue géographique, la photographie aérienne a confirmé l'impression d'ordre que donne la répartition des grandes formations végétales, en dépit de la variété qu'elles manifestent. Cet ordre est lui-même très nettement lié à la succession des climats; il dérive essentiellement du jeu de ces deux facteurs qui sont la chaleur, d'une part, l'humidité d'autre part, auxquels il faudrait ajouter la lumière. Il s'agit de valeurs absolues: la plupart des espèces ne résistent pas à certaines températures, non plus qu'à certains excès de sécheresse ou

¹ Charles Robinson Robbins — Northern Rhodesia: an experiment in the classification of land, with the use of aerial photographs (avec 5 planches et 1 carte hors-texte) dans: « Journal of Ecology ». XXII. 1934, pp. 88-105.

² Pierre George. *La géographie aérienne de l'U.R.S.S.* dans « Annales de Géographie » LVI, oct.-déc. 1947, pp. 312-313.

³ Dans « Revue des Eaux et Forêts » LXXIV, 1936, pp. 799-802.

⁴ Voir Schaeffer. *Photographie aérienne et mode de traitement* dans « Revue des Eaux et Forêts » LXXI, 1933, pp. 257-260, et Guislain, *La photographie aérienne et l'aviation au service des forestiers*, ibid. LXXVI, 1938, pp. 486-492.

d'humidité, les limites et l'optimum différant pour chacun d'entre elles. Mais il s'agit aussi de valeurs relatives: une même quantité d'eau de pluie n'a pas la même signification selon qu'elle est tombée sous un climat frais ou froid, ou au contraire sous un climat torride; par ailleurs la répartition saisonnière des températures et surtout celle des précipitations a une importance capitale: elle détermine la durée de la période végétative, provoquant ainsi une sévère sélection. Enfin, la lumière agit également à sa façon, en réglant l'activité et la longueur des échanges, en compensant ou parfois en accentuant les effets de la chaleur.

L'influence des climats sur la végétation est si nette qu'ils ont servi de support aux premiers grands essais de classification. Dès la fin du siècle dernier O. Drude calquait ses zones de végétation sur les zones thermiques que Köppen avait décrites quelques années plus tôt¹; bien plus, revenant sur sa propre classification, Köppen devait plus tard caractériser les types de climat d'après les végétaux dont les conditions d'existence semblaient à ses yeux en réaliser la synthèse.

En fait, les facteurs climatiques n'entrent pas seuls en ligne de compte: le développement des études pédologiques nous a notamment appris à ne pas sous-estimer l'influence, du reste réciproque, du sol sur la végétation. En un certain sens, une végétation est toujours l'expression d'un sol: c'est là l'origine des nombreuses nuances que la photographie aérienne enregistre fidèlement, aussi bien dans les milieux homogènes, prairies, vignes, cultures, forêts, que dans des milieux plus variés. Or le sol est lui-même dans la dépendance de la roche-mère, aux dépens de laquelle il s'est tout d'abord formé, et du climat, qui conduit ou a conduit son évolution.

Enfin, le facteur topographique ne doit pas être négligé. Non seulement il se traduit à l'ordinaire par des anomalies d'ordre climatique, mais encore, en raison de l'exposition, et de la pente, il crée des conditions spéciales de diversification; il suscite des contrastes frappants, plus directs qu'il n'est coutume de les trouver en pays plan.

Ces différentes conditions agissent par sélection sur la répartition des espèces; selon l'optimum qui leur est propre, elles s'installent dans le milieu de leur convenance, et s'y groupent en associations caractéristiques; d'autres espèces échappent à la sélection en s'adaptant: il y a alors convergence entre un milieu donné et une forme typique: telle cette herbe commune de nos climats, l'euphorbe réveil-matin, citée par Gaussen qui, dans les déserts africains, se présente sous la forme de cierge épineux². De toute façon, sélection et adaptation agissent dans le même sens: elles aboutissent à la création d'un ensemble végétal qui a son allure propre, son comportement, adapté au milieu dans lequel il s'est constitué; c'est cette unité apparente que les botanistes appellent la « formation ».

Evidemment, il s'agit d'une notion un peu vague. Les phyto-sociologues, épris de méthodes objectives, basées sur la statistique, préfèrent entrer dans le

¹ O. Drude. *Manuel de géographie botanique*. Trad. Perrault. Paris 1897. Köppen. *Die Wärmezonon der Erde...* *Meteo-Zeitschrift*. 1884.

² H. Gaussen. *Géographie des plantes*. Paris 1933, p. 109.

détail des « associations », qu'ils caractérisent par leur composition floristique constatée et dûment dénombrée. Pourtant, cette notion essentiellement descriptive de la « formation », correspondant à la vue, pour ainsi dire, externe des ensembles végétaux, garde toute sa valeur pour le géographe: elle représente une unité concrète, physionomique; elle est du reste la traduction fidèle, et comme la synthèse, du milieu qui a permis son développement.

Ce sont précisément ces diverses « formations » qui apparaissent sur la photographie aérienne, lorsqu'elle cherche à rendre compte du décor vivant de la planète. Ici c'est la forêt, ou plutôt les forêts, car elles sont de types bien différents, selon les climats et les sols. Elles forment de grandes plaques continues et opaques, avec une apparence moutonnée ou grenue: c'est en fait la partie supérieure d'une épaisse couche de matière vivante, complexe, exubérante. Ailleurs, la couche s'amenuise et se disloque: il ne reste plus qu'un tapis ras sur la terre ou qu'une pellicule, dont les lambeaux n'arrivent plus à cacher la stérilité d'un sol aride, squelettique: c'est la prairie, ou la steppe; c'est parfois le désert.

C'est que le milieu naturel est très inégalement favorable à la vie. De tous les facteurs précédemment énumérés, lorsque le bilan est nettement positif, les grands organismes végétaux peuvent se développer librement, et se presser en formations denses: ceci quelle que soit la valeur absolue de l'un ou l'autre des éléments qui concourent à la création du « milieu »: c'est pourquoi il y a à la surface de la terre plusieurs grandes taches ou ceintures forestières, situées sous des climats différents.

De même c'est sous diverses latitudes que s'étendent les formations qui manifestent un bilan moins nettement positif, qu'il s'agisse *du rapport* entre la température et les précipitations, et donc du degré d'aridité du climat ou qu'il s'agisse de tout autre élément physique défavorable.

* * *

Il n'y a peut-être pas de paysage plus monotone, dans sa grandeur même, que celui de la forêt équatoriale, vue d'une certaine altitude: à la couleur près, qui est intense et composite, allant du vert profond au rouge éclatant, c'est à l'océan que fait penser le moutonnement infini des cimes, avec les saillies irrégulières de quelques géants. En réalité, il s'agit du front aérien de la plus extraordinaire réserve de vie qui soit sur la terre: sur une épaisseur de 25 à 40 mètres, les arbres s'entassent littéralement, se recouvrant les uns les autres, écrasés sous le poids d'innombrables épiphytes. Bien plus, ce gaspillage extraordinaire, cette exubérance de la vie ne connaît pas de repos: en effet, à ces basses latitudes, la chaleur est à peu près constante et forte; les précipitations, abondantes, sont pour ainsi dire quotidiennes; il n'existe ni saison sèche ni saison froide qui puisse provoquer un arrêt de la végétation. Tel est le décor de la grande forêt congolaise; tel est également celui de la silve amazonienne. Telles sont aussi la plu-

part des forêts tropicales; pourtant, l'apparition de saisons distinctes se marque par des variations d'aspect que ne connaît pas la forêt équatoriale proprement dite; la plupart des espèces connaissent des périodes de repos, qui se manifestent notamment par la chute des feuilles; il ne s'agit pas à proprement parler d'un hiver : c'est la sécheresse saisonnière qui détermine le rythme de la vie végétative; par sa dénudation, la forêt réduit l'intensité de l'évaporation, pendant la période où les précipitations se montrent insuffisantes.

Sous cette forme, à de certaines conditions, la forêt tropicale peut s'étendre fort loin, de part et d'autre de l'équateur; c'est le cas dans les pays où le climat de mousson se trouve le mieux réalisé: dans le Sud-Est de l'Asie, elle rejoint, sans discontinuité, la forêt de la zone tempérée. Mais c'est une exception. Plus souvent, au fur et à mesure que l'on s'éloigne du noyau principal de la grande forêt vierge, on voit le paysage s'ouvrir; des fourrés d'arbres mineurs et de lianes s'isolent, cependant que de hautes silhouettes continuent à ponctuer une forêt plus chétive. Puis apparaissent des clairières, qui donnent l'illusion de pelouses aménagées dans un immense parc. L'exubérance tropicale ne se retrouve plus que le long des cours d'eau, dans des galeries forestières impénétrables et souvent inondées. Au-delà, c'est la savane, la prairie d'herbes hautes, qui vit un court printemps, bientôt interrompu par la sécheresse d'un long été. L'arbre n'a plus de place dans ces paysages austères, à moins qu'il ne trouve une humidité toute relative dans quelque dépression, à l'abri du vent desséchant.

La savane, grande clairière naturelle, au-delà de la forêt... il en résulte, pour la photographie aérienne, des conditions de visibilité particulière, à travers un décor sans profondeur, dépouillé du mystère qui s'attache aux grands bois. Le monde animal lui-même, habile à se ménager des retraites, n'échappe pas aux indiscrétions de l'observateur aérien. La silve équatoriale tenait cachée sous son couvert la richesse d'une faune, allant de pair avec l'exubérance de la végétation: tout un monde d'oiseaux, d'animaux grimpeurs et de reptiles, particulièrement adaptés à l'enchevêtrement du sous-bois. La savane, au contraire, n'a pas de quoi voiler les secrets de la vie animale, au moins en ce qui concerne les espèces de forte taille et d'habitudes sociables. La difficulté, jadis, était d'approcher suffisamment — et au prix de quelles précautions ! — pour pouvoir observer l'animal dans son milieu. L'avion a partiellement résolu cette difficulté. Surtout il permet d'atteindre des régions peu accessibles, où la faune est assez bien conservée. C'est un peu une vision de Paradis terrestre que celle des grands troupeaux d'éléphants, que le survol du Soudan Egyptien a permis de saisir au naturel: tel le

Ci-contre : Environs de Bamako (Soudan). Forêt claire, composée d'arbres chétifs. Ils laissent apercevoir un tapis broussailleux, périodiquement incendié. Noter l'aspect monotone de la plaine, sur laquelle se détache une curieuse butte gréseuse aux abords abrupts.

Environs de Farafangana (Madagascar). Végétation dégradée par la pratique très ancienne de la culture sur brûlis. Pourtant, des bouquets d'arbres subsistent, soit au creux des ravins, soit, au contraire, sur des éminences. La région, proche de la côte sud-est, est assez arrosée pour porter des forêts. Relief usé sur socle cristallin.

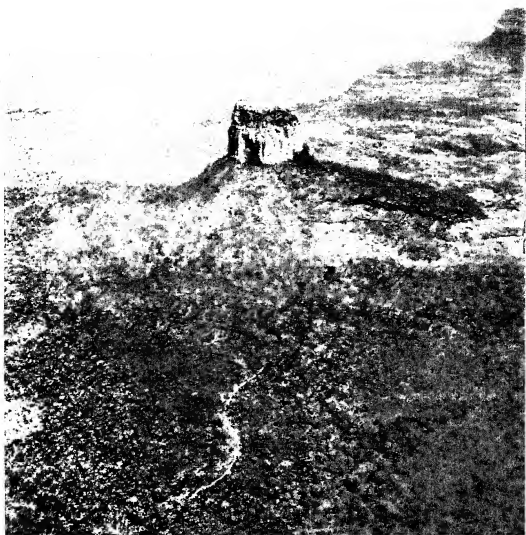
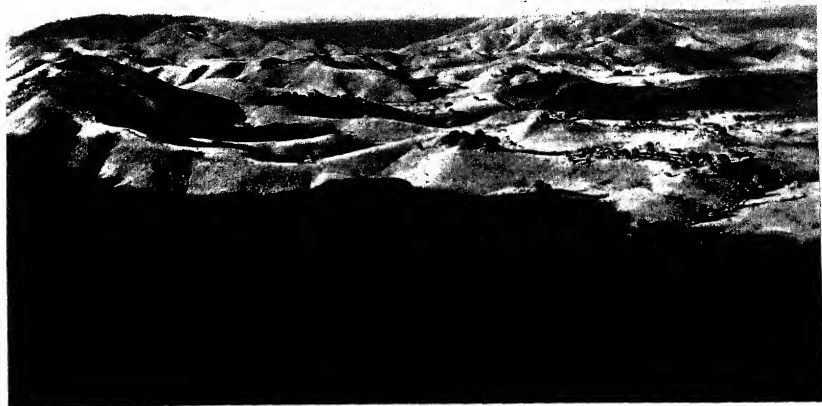


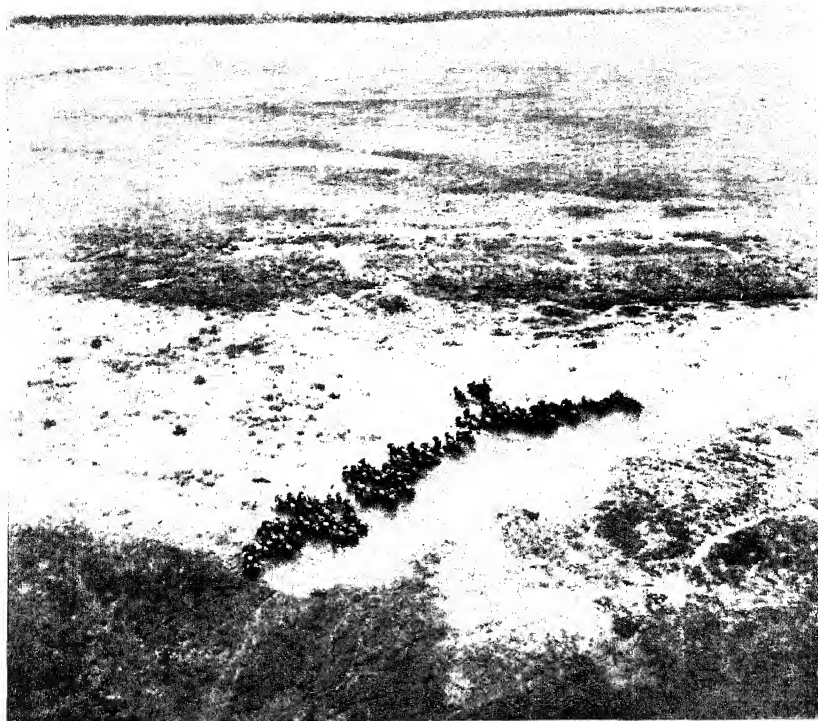
Photo Armée de l'Air - 33me Escadre.

Environs de Bamako (Soudan).

Environs de Farafangana (Madagascar)

Photo A. E. C.





Aérofims Ltd photo

Aspects de la savane africaine. Dans les prairies plus ou moins marécageuses avoisinant le Nil Bleu, un troupeau d'éléphants se déplace.



Aerofilms Ltd Photo.

Un vol de pélicans. La photographie montre bien l'aspect profondément triste et monotone de la savane (Congo belge). Au loin, un feu de brousse.



Photo New-York Times.

Des buffles, surpris par l'avion, fuient dans la brousse.

Ci-contre :

Montagnes du Louristan : végétation de chênes buissonneux, couvrant des reliefs calcaires, sous un climat aride. On a comparé le Louristan à un « Jura sans plateaux ». Si le rapprochement vaut pour la structure, quelle différence entre le paysage des deux chaînes. D'un côté, l'épaisse toison forestière du Jura; de l'autre, cet étrange mouchetage sur la roche nue. On dirait le fond d'une estampe persane.

Le sommet du Ben Nevis (Ecosse). Relief aux formes lourdes, avec des traces de ravinement. Les sommets, qui dépassent 1400 m. (point culminant 1465 m.) sont occupés par la prairie, au-dessus du niveau de la forêt. La neige persiste jusqu'en été dans les creux exposés au nord.



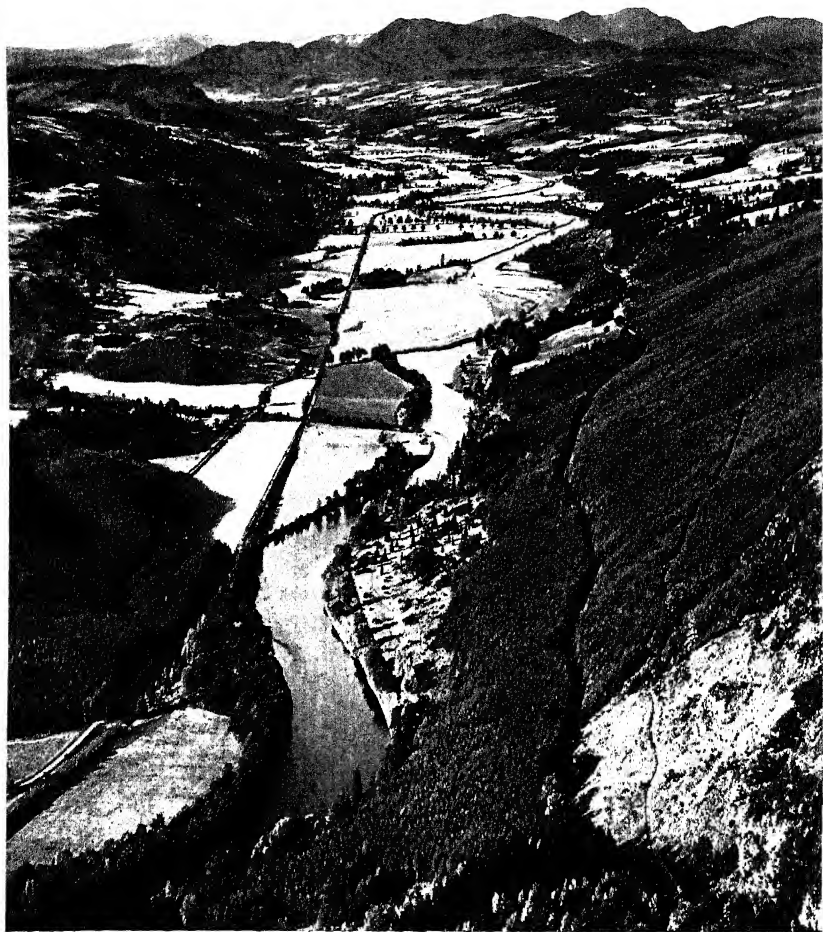
Swissair photo.

Montagnes du Louristan (Perse).

Le sommet du Ben Nevis (Ecosse).

Aerofilms Ltd Photo.





Aerofilms Ltd Photo.

La vallée de la Tay (Ecosse).

La Tay, qui est la rivière de Perth, s'attarde dans une vallée très large, ou « strath ». Paysage riant, où alternent champs, prairies et bois. Sur le plateau et sur les versants rocailleux, lande à bruyère et à genévrier. Paysage contrôlé par l'homme, mais où la forêt reste partout présente, comme un témoin de la végétation primitive.

fameux Bor Herd qui rôde encore dans les savanes inondées du Nil Blanc. La fuite des antilopes ou des buffles effarouchés, l'envol des pélicans au-dessus de la rive basse d'un grand fleuve sont d'assez beaux tableaux vivants, dans le grand décor naturel qui leur sert de fond !

L'homme, aussi, est présent dans ce décor. Certes, nulle part, à ces basses latitudes, à l'exception des pays de mousson, il ne se présente en colonies assez denses, pour pouvoir imposer totalement son emprise ; ses terroirs, quand ils existent, ne se sont pas substitués à la nature vierge ; d'ailleurs, il ne dispose en général que de moyens techniques rudimentaires et peu efficaces. Mais, précisément parce qu'il lui est impossible d'obtenir sur de petits espaces des rendements suffisants pour sa subsistance, il lui faut compenser ce déficit en gagnant sur la surface, et en soumettant de très grandes étendues de sol à une exploitation extensive. Enfin, il faut se rappeler que, sous les climats tropicaux, les sols dénudés se consomment, se détruisent même avec une étonnante rapidité ; il faut donc que l'homme fasse un pacte avec la nature : s'il détruit la végétation en défrichant pour cultiver, il faut qu'il la laisse ensuite se reconstituer pendant un temps suffisant pour que s'accumulent à nouveau les éléments qui pourront rendre au sol une fertilité toute provisoire ¹. Cette culture extensive est donc de plus temporaire et itinérante.

De là vient que, malgré leur petit nombre, les hommes couvrent des espaces immenses de leurs dévastations. Le défrichement, c'est souvent simplement l'abatis, et puis le feu qui passe en respectant seulement les souches les plus grosses. Après quoi l'on cultive, quelque temps, jusqu'à épuisement, et puis on abandonne la clairière, pour recommencer ailleurs, quitte à y revenir, lorsque la végétation s'est plus ou moins bien reconstituée, permettant un nouveau brûlis. On comprend que, dans de telles conditions, des formations dégradées se constituent, qui remplacent les formations primitives : savane et brousse gagnent sur la forêt, notamment sur ses bords externes, moins vigoureux, plus lents à se reconstituer. D'avion, des plaques de pelade apparaissent, constituées par une nature buissonneuse, où se dressent parfois quelques témoins de l'ancienne forêt. A Madagascar, cette brousse, appelée « Savoka », s'étend sur la plus grande partie de l'île, qui montre, à nu, le mamelonnement de son vieux plateau, à peine marqué par quelques bouquets conservés de la forêt primitive.

Au-delà, dans les deux hémisphères, dans les régions subtropicales, s'étendent les déserts chauds : la prairie continue fait place au piquetage irrégulier et lâche d'une végétation buissonneuse et piquante : la terre se montre nue sur de grands espaces, la terre, c'est-à-dire souvent le roc, ou le sable, avec des sols squelettiques. Parfois même le sel vient former en surface une croûte brillante. Pourtant, là où l'eau se retrouve, la végétation arborescente reprend ses droits : mais ce sont des îlots que les oasis ! En eux se concentre toute la vie, celle de l'homme, comme celle des plantes. Aussi bien l'oasis est-il le plus souvent un morceau de nature minutieusement contrôlé, depuis l'eau qui baigne les racines

¹ Voir P. Gourou : *Les problèmes du monde tropical* dans : « Les Cahiers d'Outre-Mer » I. 1. (1948) pp. 5-13.

des grands palmiers jusqu'aux précieuses cultures, sous le couvert des cimes; ce n'est pas l'exubérance de la nature vierge qui s'y retrouve, mais l'ordre d'une plantation, réglée par l'homme.

* * *

Il est particulièrement difficile de reconstituer par la pensée le manteau de la végétation primitive aux moyennes latitudes; la cause en est la présence de l'homme. Nulle part, il ne s'est montré plus agissant, plus efficace aussi, dans son effort universel pour se soumettre la nature. Aussi est-il parvenu à modifier presque complètement ses aspects primitifs, en lui substituant des paysages plus ou moins humanisés. Champs, prés et bois alternent au long des terroirs, dans une ordonnance toute classique, à moins qu'ils ne s'entremêlent dans le « puzzle » des pays bocagers; et quand les landes accaparent toute la place, dans les mauvais pays, c'est encore d'une formation dégradée qu'il s'agit, œuvre humaine, maintenue par le pâturage ou la dégradation des sols.

Pourtant, il y a des signes qui ne trompent pas: dès que l'emprise humaine se relâche, c'est l'arbre, c'est la forêt qui reprend le dessus, comme il arrive sur les sols pauvres et, d'une manière générale, dans les régions peu peuplées. D'une certaine façon, même nos terroirs les plus familiers, les mieux cultivés apparaissent comme de grandes clairières, plus ou moins continues, sur un fond forestier. De fait, ils ne sont souvent que l'élargissement des parties naturellement déboisées où s'installèrent les premières populations agricoles, à l'époque néolithique. Même repoussée aux extrémités du tableau, la forêt est presque toujours présente, comme pour témoigner de son extension primitive.

Mais c'est une forêt bien différente de celle qui forme le décor somptueux des basses latitudes. Il s'agit, dans l'ensemble, d'associations beaucoup plus simples, et qui le deviennent de plus en plus, au fur et à mesure que l'on gagne des latitudes plus élevées: on passe ainsi de la chênaie aux grandes futaies de hêtres. Enfin la forêt de résineux couvre d'immenses espaces dans le Nord de l'Amérique et de l'Eurasie; il s'agit là d'un milieu remarquablement homogène, où des espèces éminemment sociales forment des peuplements continus et très denses: grâce à sa grande vigueur, et à son éloignement des zones les plus peuplées, elle constitue comme la forêt équatoriale, mais avec une physionomie bien différente, une des grandes réserves de nature vierge à la surface de la terre.

Il y a un climat et un sol forestiers; dès que les conditions n'en sont plus réalisées, notamment, dès que les réserves d'eau profonde deviennent insuffisantes pour la croissance des grands arbres, la forêt cède le pas à des formations plus ouvertes; c'est ainsi dans les pays chauds, aux limites de la forêt tropicale; il en va de même dans les régions dites tempérées. La végétation méditerranéenne représente une de ces transitions vers des climats plus chauds, où s'affirment déjà des nuances d'aridité. Certes, la forêt devait s'étendre jadis beaucoup plus loin qu'elle ne le fait actuellement: garrigues et maquis semblent bien n'être

que des formations secondaires, issues de la destruction de la chênaie primitive. Pourtant la difficulté même, pour ces formes dégradées, de revenir à leur état primitif, montre combien cet état devait être vulnérable. De toute manière, au-delà d'une certaine limite, le caractère essentiel de cette végétation semble bien être sa discontinuité. Non seulement les espèces représentées montrent des signes d'adaptation à un milieu semi-aride, mais encore le tapis végétal ne parvient plus à couvrir toute la surface du sol, à moins que l'eau, naturellement présente ou guidée par l'artifice de l'irrigation, ne vienne accomplir son miracle de fécondité. Ainsi s'achemine-t-on vers le décor des pays subdésertiques, avec ces taches verdoyantes qui font déjà penser aux oasis.

Mais l'aridité n'est pas l'apanage des régions chaudes: elle croît également au fur et à mesure que l'on s'enfonce dans l'intérieur des masses continentales. La forêt de feuillus est la première à disparaître, parce qu'elle est la plus délicate. Elle fait place à des formations rases, prairie ou steppe. Celles-ci s'accroissent d'une période végétative singulièrement raccourcie, comprimée, pour ainsi dire, par les excès des saisons extrêmes; l'arbre ne saurait résister dans de telles conditions. Au-delà, la steppe s'étiole et disparaît: c'est encore une fois le désert, dont on oublie parfois qu'il occupe tant de place à la surface de la terre, à diverses latitudes. La forêt de résineux — c'est-à-dire la forêt boréale, étant donné le peu d'étendue qu'elle occupe dans l'hémisphère austral — résiste mieux aux dures conditions des climats continentaux, froids: avec leurs aiguilles persistantes et dures, leur sève visqueuse, les grandes gymnospermes sont bien faites pour résister aux longs mois de gel, ainsi qu'à une sécheresse relativement forte. Les résineux forment donc, vers le nord, un grand front à peu près continu. Pourtant, par son action directe sur la végétation, et surtout, indirectement par son influence sur le sol, le froid finit par avoir raison de l'arbre; non seulement la période végétative se trouve réduite à l'excès, mais encore il se constitue dans le sol une couche perpétuellement gelée, qui limite la percolation de l'eau et réduit l'épaisseur de la couche utile. C'est encore une steppe qui s'étend vers le nord, avec des arbres nains et des champs de graminées, mais une steppe mouillée, où les sols spongieux, les tourbières occupent de grandes étendues, alternant avec des parties caillouteuses où l'action physique du gel et du dégel dessine de curieuses alvéoles.

* * *

Ces grands aspects du tapis végétal, qui varient avec les climats, selon la latitude et l'éloignement de la mer, se retrouvent, à quelques nuances près, quand intervient le facteur « altitude ». Les reliefs, à ce point de vue, forment des flots, d'aspect original, au milieu des pays qui les environnent: c'est qu'ils provoquent des modifications de climat, dans l'ordre des températures et des précipitations. Le dégrad qui pouvait s'observer sur de très grands espaces, en

terrain plat, l'altitude le reproduit, en le rassemblant, sur de petites distances. A quelque latitude qu'elles soient placées et sauf conditions spéciales, on retrouve dans les montagnes l'optimum de climat qui correspond à la zone forestière; plus haut, l'insolation plus intense, et, pour ainsi dire sans filtre, la sécheresse relative, le fort refroidissement, aussi bien nocturne qu'hivernal, le long enneigement, créent des conditions trop dures, pour que l'arbre puisse se développer: on le voit donc s'étioler, se rabougir, et disparaître, comme il fait dans la steppe. Quant aux espèces, elles reproduisent à peu près la succession en latitude des zones forestières; à la ceinture de feuillus, chênes, puis hêtres, qui recouvre les premières pentes de nos montagnes, succède la grande forêt de résineux; celle-ci se poursuit jusqu'à l'alpage; enfin, la prairie fait place, vers le haut, aux grandes plaques nues d'éboulis et de rochers, lorsque pente et climat s'unissent pour interdire la vie.

Naturellement, les limites de ces différentes zones sont extrêmement variables: sous les latitudes les plus élevées, l'éventail se referme, pour ainsi dire, parce que la zone impartie à la vie est elle-même strictement limitée: on y quitte bien vite la région des forêts, pour accéder aux prairies d'altitude, puis au «field» désert. Par contre, il faut dépasser les 4000 mètres d'altitude, dans l'Himalaya, pour échapper enfin à la forêt dense qui couvre les versants. D'autre part, dans un même massif, dans une même vallée, l'orientation influe profondément sur la répartition et sur l'altitude des différentes formations.

La photographie aérienne montre admirablement toutes ces nuances, ces transitions. En montagne, des paysages très différents se trouvent rapprochés et souvent opposés: c'est un jeu subtil, dont l'avion peut rendre facilement compte. Mais dans cette diversité même, il n'y a pas de fantaisie, ni de désordre: la montagne est au contraire un de ces sites où se réalise le plus clairement, le plus impérieusement, l'adaptation du monde vivant au milieu naturel.

A voir la façon dont se répartissent, et se plaquent sur le relief, les formations végétales, on retrouve cette notion d'harmonie, qui nous avait poursuivi dans la découverte des formes. Harmonie, qui, comme en musique, est faite de la perception de grands accords, dans un monde intelligible.

* * *

Nous quittons la montagne et laissons l'avion nous entraîner jusqu'aux limites des continents, là où s'affrontent les deux éléments, la terre et l'eau. Ce sont aussi deux milieux vivants qui viennent à la rencontre l'un de l'autre, deux milieux absolument différents par les conditions offertes, par les formes réalisées.

En réalité, la ligne de partage entre les organismes terrestres, aériens et les organismes aquatiques n'est pas toujours aussi nette qu'il pourrait sembler: il



National Film Board Photo.

La forêt canadienne. Vue prise entre Montréal et Québec. Grandes coupes dans la forêt de résineux, mais pas de clairières de défrichement.

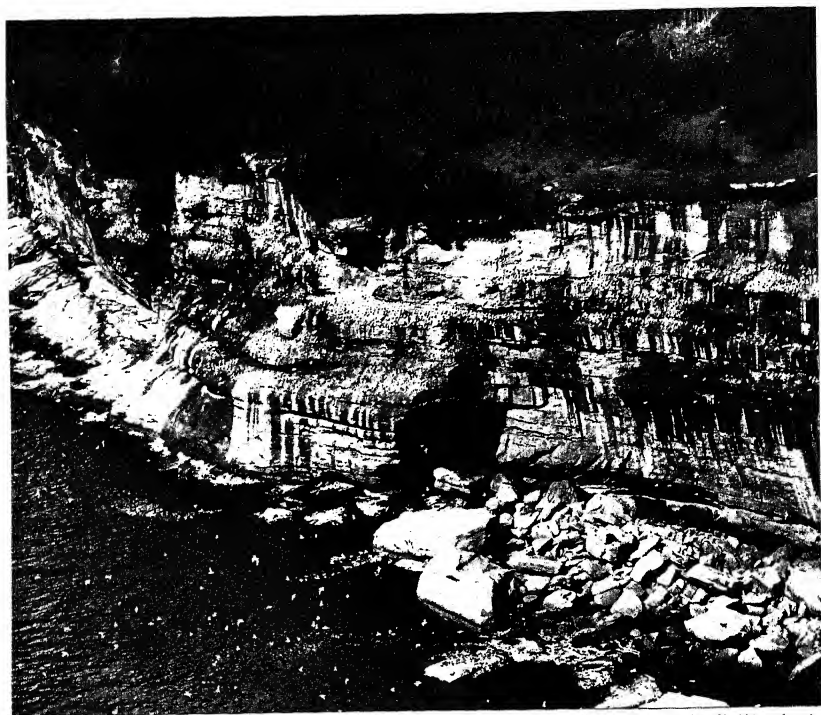
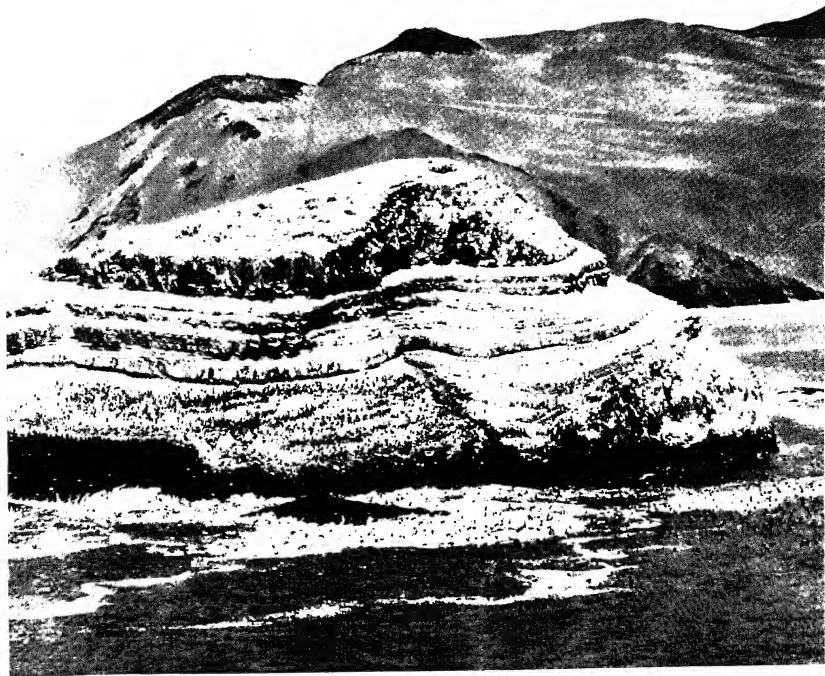


Photo C/o Adrienne française.

Le pullulement de la vie sur les rivages. Roches couvertes d'oiseaux (Ile Bonaventure — Canada), en climat humide, auprès d'une mer poissonneuse.



*De G. R. Johnson « Peru from the air »,
publié par la Société Américaine de Géographie de New-York.*

Une des îles à guano de la côte péruvienne (environs d'Ancón). C'est le même pullulement d'oiseaux, en climat aride, qui explique la formation du guano dans certaines îles du Pérou.



Coll. Musée de l'Homme, Cliché Tracol.

L'abondance du poisson retient sur les rives peu
avénantes de la Patagonie de grands troupeaux de
phoques. Photo prise au nord de Puerto Descado.

arrive que des formations amphibies se développent, qui constituent un curieux paysage. Sous nos climats même, les estuaires plus ou moins envasés, ou les lagunes, sont parfois encombrés d'herbes semi-aquatiques, qui forment des prairies marines que la marée découvre. Elles passent parfois par une transition insensible à la végétation salée des marais en voie de colmatage. On connaît aussi les grands tapis d'algues qui teignent de vert sombre ou de rouge certaines côtes rocheuses. Mais le phénomène le plus curieux est sans contredit celui de la forêt tropicale amphibie. Il semble que l'exubérance de la nature ne puisse s'arrêter aux limites du rivage. Les arbres enjambent la plage de vase molle, portés par de longues racines aériennes qui forment des arceaux enchevêtrés. D'autres fois, les troncs sont implantés directement, mais toute une levée de racines, pivots en l'air, perce le sol périodiquement inondé. Telle est la « mangrove » qui forme à certains pays tropicaux une ceinture parfaitement infranchissable.

Là semblerait devoir s'arrêter l'observation aérienne. Elle se poursuit pourtant plus avant vers la mer, dans cette partie relativement peu profonde qu'on est convenu d'appeler la plate-forme littorale et que la transparence de l'eau permet de pénétrer, partiellement du moins. Il n'est pas étonnant que l'avion ait été mis à contribution pour la connaissance de ce milieu: c'est ce qui a été appelé, non sans emphase, « l'aéro-pelagoscopie ». Ses résultats sont importants: au milieu d'une topographie sous-marine diverse, elle montre « le spectacle d'une faune extraordinairement variée, évoluant dans des déserts de sable propre et clair, de gravier caillouteux et sombre, de vase obscure, dans des prairies, jardins et forêts touffues d'algues ¹ ».

L'étude d'un tel milieu n'est d'ailleurs pas dépourvue d'un intérêt pratique: un peu plus loin, sur la plate-forme continentale, avant le talus qui fait transition avec les grandes profondeurs, se trouvent les bancs les plus poissonneux; l'avion peut servir utilement au repérage des indices, qui permettent de déterminer la position du poisson: présence d'oiseaux, taches superficielles provoquées par la densité des planctons, et même repérage direct des bancs superficiels. Les expériences faites par des Américains dans la baie de Cheseapeake ont permis d'augmenter de 20 à 25% le rendement des pêcheurs. Mais c'est surtout de vision directe qu'il s'agit, par avion de reconnaissance, bien plus que de photographie aérienne; celle-ci est ici à l'extrême limite de son champ d'application.

* * *

La petite mousse, perdue sur le roc primitif, dont parle Saint-Exupéry, c'est pourtant elle qui habille la surface de la terre d'un tissu plein de variété: l'avion lui-même en est un bon témoin. C'est une vision globale qu'il apporte, mais ses notations sont sûres, heureusement synthétiques. Elles soulignent l'importance

¹ H. R. Lenier. *L'aéro-pelagoscopie, ou vision aéro sous-marine*. N° 7-116 du 3^{me} Congrès National de l'Aviation. Paris 1947.

de ces optima que sont — pour la vie en général, sinon pour l'homme — les régions chaudes et tempérées humides, toutes deux recouvertes par la forêt. Elles montrent aussi la désorganisation de ce milieu vivant aussitôt que les conditions deviennent moins favorables. Et l'on passe, dans les deux cas, des formations arborescentes continues à des formations rases, prairie ou savane, qui finissent par s'évanouir dans le désert.

C'est dans ce monde inégal que l'homme a fini par tailler son domaine, en maîtrisant la nature: il appartient à la photographie aérienne de l'y retrouver à son tour, dans le cadre qu'il a su se constituer par son inlassable activité.

Pierre MARTHELOT.

L'HOMME ET LE MILIEU NATUREL

I. L'ETHNOGRAPHIE

A se précipiter vers la terre de tout son poids, parachute au dos, on éprouve maintes impressions sur lesquelles l'usager le plus endurci ne se blaserait jamais. Il faut compter d'abord, dans l'inconscient, une communion avec l'espace, une fusion qu'il faudra bien analyser un jour et qui apparaît à certains comme l'accomplissement de la plus profonde, de la plus antique aspiration des hommes. Vient ensuite, après l'ouverture, la vue infinie, sans angles morts, d'un univers que personne, pas même le pilote d'acrobatie le plus téméraire ne saurait scruter aussi librement.

Puis les yeux se fixent vers les profondeurs, vers l'indevinable point d'impact, vers l'immense plateau de terre qui monte à bonne allure, poussant un air régulier dont les filets s'écoulent le long de l'équipement. Jusqu'à quelques centaines de mètres, la terre est inhumaine, comme une géométrie conventionnelle, comme une carte posée à plat. Elle est immobile, tant les mouvements des hommes, des animaux, des fumées, des véhicules sont ralentis par la distance. Elle s'avance aussi en grand silence, le bruit de l'air ne formant qu'un fond monotone mêlé aux bruits du sang remué par l'espèce de catastrophe physique qu'a été la chute libre.

Mais dès que l'observateur atteint le matelas d'air plus dense qui entoure la planète, il perçoit des bruits humains et les mouvements deviennent plus sensibles. Puis tout se précipite. Arrivé à la couche où naviguent les insectes, il perçoit non seulement les sifflets, mais aussi les chants des coqs, les aboiements des chiens, les martèlements d'enclume, les cris des travailleurs.

Enfin, il entend les paroles même des hommes, leurs pas sur le sol dur, et plonge dans les petites et grandes rumeurs de la vie tandis que le plateau terrestre, à sa droite et à sa gauche, semble monter soudain et se refermer sur lui, comme deux ailes surgies des horizons.

Mieux que d'un aéronef, la terre avec ses cantons naturels et ses agencements, ses assises intouchées et ses artifices, apparaît à l'homme lancé dans sa chute presque libre. Il la voit d'abord peu à peu dans les bruits et les mouvements qui

atteignent leur maximum au point d'impact, quand il est redevenu complètement terrestre. Cette chute est plus vivante que la translation mécanique baignée dans ses rumeurs propres, ses compagnies, ses effluves, son atmosphère close.

Mais s'il est recommandable, pour comprendre le sol, d'emprunter ce chemin aérien au moins une fois, il faut dire aussi que cette méthode serait impuissante dans les travaux d'observation et de recueil de documents que permet l'avion.

Ces travaux concernant la planète sont poursuivis par les disciplines les plus diverses et il est curieux de constater comment les hommes, qui se divisent ou s'ignorent au sol, s'unissent dans leurs méthodes d'investigation de ce même sol vu d'un aéronef, par œil ou par lentille. Selon les paroles du rapporteur général du Congrès de l'Aviation tenu en 1946, « ce fut une révélation pour tout le monde d'apprendre l'étendue des emplois de l'avion dans la recherche scientifique ».

Mais si, par photographies ou observations directes, l'avion provoque les rebondissements sans cesse renouvelés de l'étude des phénomènes de tectonique, d'érosion, de morphologie, s'il promeut l'exploitation géologique et minière, les inventaires hydrologiques, la cartographie du tapis végétal, s'il favorise la surveillance des étangs et des mers, s'il permet de repérer les bancs de poissons ou les troupeaux d'antilopes, comme de flécher les squales dont on veut connaître les migrations, s'il est aujourd'hui indispensable au fonctionnement d'établissements comme l'Institut Géographique National, sanctuaire des cartes, il apporte à l'ethnographie, science des activités matérielles et intellectuelles de l'humanité, le moyen le plus rapide, le plus sûr, de prospector le cadre de la vie des peuples.

En effet, la connaissance des sociétés doit s'appuyer, en premier lieu, sur celle de l'infrastructure naturelle, comme sur celle du sol organisé. La terre est le terrier immense où fouissent les hommes par destructions, aplanissements, tranchées et griffures de routes, canaux, labours. Elle est la plaque burinée où se repèrent les traces ineffaçables des plus anciens travaux. L'humanité morte a procédé à l'arrangement planétaire et l'archéologue sait que la photographie aérienne restitue le *limes* bousculé par la culture, l'implantation des villes disparues, le dessin des ports submergés et même les aménagements préhistoriques.

Or l'ethnographie assure, entre autres, le travail archéologique sur les terrains délaissés par les chercheurs classiques et où s'agitent les civilisations sans machinisme. Dans certaines régions d'Afrique, la société actuelle s'accroche sur l'emplacement exact où a vécu une suite de groupes. La même litière sert à des dizaines de générations et les cités Kotoko, par exemple, s'étalent sur les cloques de terre que les Saô légendaires ont délimitées dans la nuit des temps et où ils se sont défendus contre l'inondation.

Ailleurs au contraire, à la limite des déserts, toute vie a disparu des anciennes résidences et c'est par des artifices techniques de la prise de vues (lumière rasante, contre-jour en lumière éblouissante, émulsions) que surgissent les vieilles cités.

La photographie aérienne de lieux morts ou vifs est donc un procédé pour remonter les âges et pour mettre sous les yeux des chercheurs l'implantation d'un passé abandonné ou au contraire encore entretenu et fourmillant.



Photo Grisele.

Vue oblique d'un village de la plaine du Condo (Boucle du Niger). Les hommes ont déboisé aux alentours immédiats, ne laissant subsister que les grands arbres utiles. Au premier plan apparaissent les lignes de défrichement. A droite, à même hauteur que le village, un point d'eau. Des pistes divergent dans toutes les directions, vers les cultures, vers les villages lointains. Le nord est situé dans l'angle inférieur droit de la photographie.

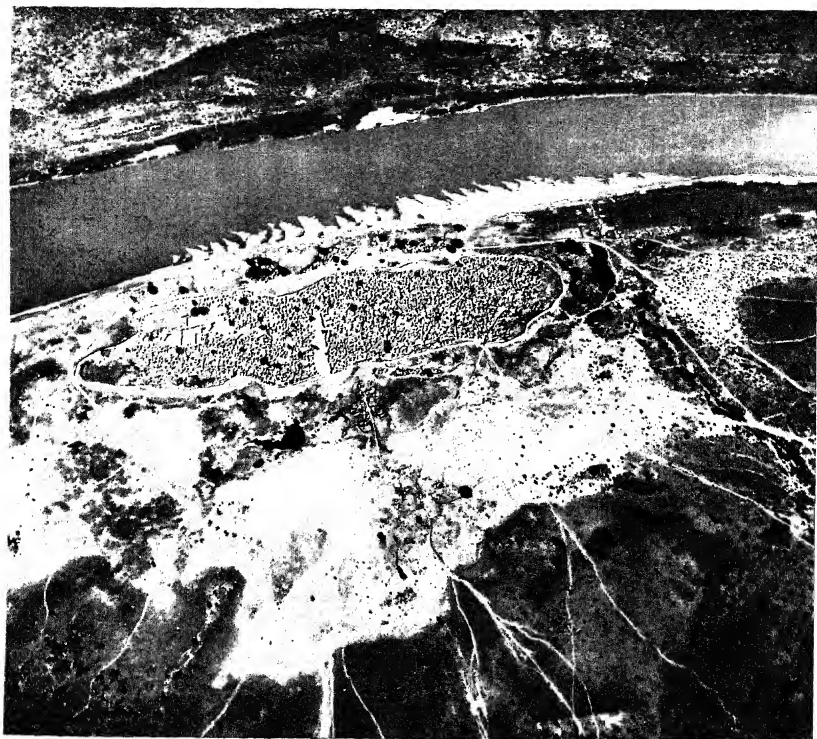


Photo Griault.

Cité Kotoko de Goulfeil, au bord du Chari qui coule de la droite vers la gauche, celle-ci marquant le nord. Au centre, coupant presque la ville en deux, s'étale la « place du Galop » où se tiennent les réunions du peuple et où défilent les cavaliers du Sultan. Le palais de ce dernier s'élève au centre, en haut et à droite de cette place. À droite de la ville, les bosquets du cimetière. À gauche, l'enceinte, qui se termine en pointe, offre un redent, souvenir d'un siège récent. La ville est située dans le Cameroun septentrional; la berge d'en face s'étend en Afrique Equatoriale française.

Entre les tout premiers événements qui masquaient l'arrivée des usagers sur leur terroir et ceux d'aujourd'hui, s'inscrit une gamme immense, variée et brouillée, de travaux : grattages, usures, recouvrements. Ceux-là aussi s'inscrivent, naturellement, sur l'épreuve, si bien qu'on a sous les yeux une page d'histoire remontant à des périodes inconnues et descendant jusqu'à nos jours.

Telle cité Kotoko, celle de Goulfeil par exemple, capitale déchue d'une région septentrionale du Cameroun, exprime, à qui la voit du haut des airs, les grandes lignes de son histoire, mieux qu'elle ne le fait au sol, dans l'encombrement de ses maisons et greniers. Allongée au bord du Chari, comme un vaisseau mis au sec, elle est entourée du plat-bord précis de sa muraille de terre. Serrés comme des fruits, ses toits ronds et ses arbres s'entassent en chargement. Le long de son mur oriental court le fleuve, ensablé sur sa rive, offrant ainsi un port naturel où dorment les pirogues.

L'histoire de la ville est d'abord dans sa muraille, construite aux temps obscurs par les géants Saô qui passaient le fleuve d'une enjambée, portant des éléphants dans leurs mains. Ces hardis gâcheurs de terre, qui élevaient des enceintes en pays inconnus, venaient de l'est avec leurs idées sur la pérennité des torchis : Téri et Abrapémon, leurs conducteurs, fixèrent dans la construction trois jeunes filles chargées de son avenir, en trois points différents où l'on égorge des chèvres aujourd'hui.

L'histoire est aussi dans ses ruelles formant limites de quartiers que tracèrent les animaux mythiques, en traînant leur queue dans le sable ; ainsi naquirent Guérenndouman, Livinné, Guémalgoué.

Pour les temps plus proches, elle est dans le coude nord, qui marque un épisode guerrier : l'ancien mur extérieur, aujourd'hui rasé, étant prêt d'être forcé, les défenseurs le doublèrent de ce redent intérieur, décourageant l'ennemi harassé par la conquête de la première paroi. Plus près de nous encore, elle est, en bordure de la place nord, dans la haute tour construite par le sous-officier français qui, le premier, fut chargé de la garde de la ville. Dans les îlots extérieurs, faits de villages étrangers, est contée l'histoire politique : agglutination des auxiliaires autour du noyau conquérant. Enfin, dans le réseau serré de pistes d'en deçà du fleuve et dans la brousse presque vierge d'au delà, s'inscrit l'histoire économique : liaisons à l'ouest, fermeture à l'est.

Car le fleuve, frontière naturelle, est aussi frontière administrative : côté ville, le Cameroun, pays sous mandat ; en face l'Afrique Equatoriale française, territoire autrefois colonial auquel on a donné un autre nom. Deux régions distinctes, avec des douanes qui veillent sur l'observation des règlements. Tout bœuf qui est pris à traverser le fleuve dans un sens ou dans l'autre fait surgir des complications à son propriétaire. Goulfeil, cité posée au milieu du pays le plus plat du monde, est un cul-de-sac : les denrées et bestiaux qu'elle reçoit de l'ouest ne continuent pas vers l'est. Elle est l'énorme point final de la ligne de villes allongée du couchant au levant.

Lectures du même genre, en croisant sur Makari dont la muraille actuelle est

comme ratatinée dans une boucle du Serbewel, au centre de l'ancienne enceinte élevée par Abdallah. Makari est plaquée au sol comme un avion gigantesque dont les deux ailes seraient les quartiers Godo et Gocelo, la queue, le quartier du Palais, le fuselage, la longue place dite Holmé. Cette disposition n'est pas un hasard. Aux temps mythiques, le héros fondateur, qui avait conquis l'emplacement sur un dragon, avait allongé le corps du monstre depuis la porte du Palais jusqu'au delà de la place. Puis il l'avait fendu en deux, dans le sens de la colonne vertébrale, partageant les moitiés en autant de morceaux que de quartiers. Ces derniers reçurent chacun leur part, établissant un culte de ce premier occupant vaincu, mais toujours maître des lieux. Ainsi la ville actuelle semble-t-elle s'ouvrir comme deux ailes sur une charnière prolongeant la place au bout de laquelle s'élève le Palais qu'habitait le dragon.

Toute cette dynamique du passé se projette donc en une seule vision, se fixe en un seul cliché. Des millénaires de terrassements, de cris, de sueurs et de bagarres aboutissent à une stabilité éphémère, mais suffisamment saisissable. L'image demeurée dans l'œil, ou celle du cliché, offre une représentation riche, directement parlante, immédiatement lisible des travaux humains d'accrochement au sol.

Les cartes du commerce, et même celles des spécialistes, si complètes soient-elles, si grande soit leur échelle, ne donnent que des indications insuffisantes pour l'étude précise des aménagements territoriaux. Elles sont de plus grevées de signes conventionnels obligeant à des acrobaties dans l'abstraction, dans laquelle se complaisent les hommes, mais dont le moins qu'on puisse dire est qu'elles éloignent des réalités. Ces signes d'ailleurs, et par construction, mangent des surfaces considérables, sans rapport avec les dimensions des choses représentées. Sur une carte au 1/200.000^{ème}, une voie d'un millimètre de large, prise au sérieux, s'étalerait en fleuve et le signe pour une chapelle prendrait, dans la réalité, la surface de trois cathédrales. C'est ce qui oblige les cartographes à la sélection sévère des choses à représenter, leurs documents prenant ainsi un aspect dépouillé de schéma, incompatible avec la recherche approfondie des faits humains.

L'ethnographe, en effet, désire une grande densité de renseignements et rien ne peut les lui donner mieux qu'une vue directe ou une photographie. Aucun autre procédé ne permettrait de repérer dans Divel, cette cité bâtie très au sud de Goulfeil, une enceinte lisse, donc bien entretenue, avec sept portes percées au fond d'entonnoirs, comme pour filtrer les entrées. Nulle carte ne révélera cette architecture de méfiance, dressée face aux solitudes de la savane, non plus que la forme oblongue des toits de chacune, ni leur nombre, ni la répartition des arbres intramuros, ni celle des palmiers de la banlieue proche, arbres de gens soigneux, capiteux majestueux qui se trahissent plus par leur ombre que par leur feuillage. Les flaques bordant le mur de ville indiquent quels services les Divelois attendent du cours d'eau intermittent : ce ne sont pas seulement des réservoirs pour la boisson et la cuisine ; elles alimentent les terrains cultivés situés dans les parties humides de l'amont et forment, en aval, une crique où s'échouent les pirogues de pêche.

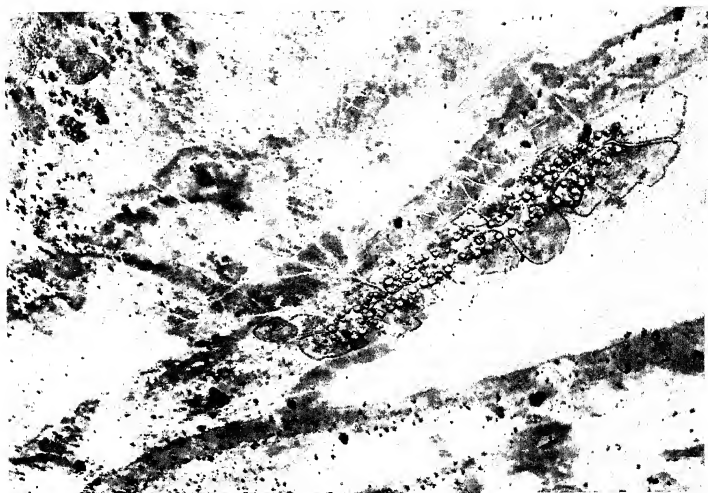


Photo Gribault.

Village arabe des environs de Makari.

Vue oblique de la cité Kotoko de Makari (Cameroun septentrional).

Photo Gribault.

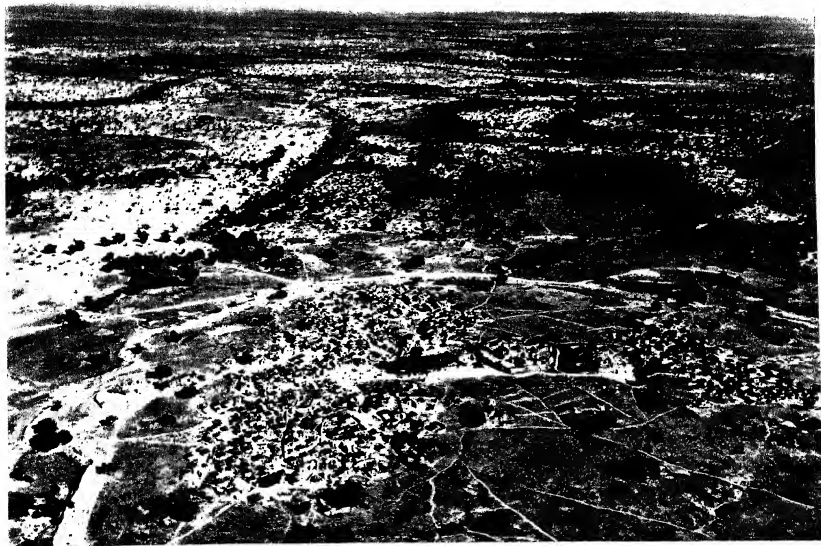




Photo Griaule.

Cité Kotoko de Divil (Cameroun septentrional).
L'enceinte est percée de plusieurs entrées en enton-
noir. Elle est bordée à l'ouest (bas de la photo-
graphie) d'un affluent presque à sec du Logone et
à demi entourée par une zone de palmiers.



Photo Griaule.

Cité Kotoko de Mara, rongée par le Chari, qui coule de droite à gauche de la photographie, c'est-à-dire vers le nord. Selon la chronique, la ville occupait autrefois une surface double.

A l'intérieur de l'enceinte, on suit les quadrillages des champs d'hivernage qui s'effacent presque durant la saison sèche.

A comparer avec Mara, Divel apparaît comme une cité tranquille, posée au centre des terres, longée par un ruisseau sans grande force qui se jette non loin, dans le large Logone, où les pêcheurs vont prospecter leurs biefs. Divel est à l'abri du fleuve dont elle tire sa nourriture. Au contraire, Mara, ville de berge haute, est menacée par les crues du Chari. Le courant scie à même l'argile et fait rouler chaque année des tronçons de ruelle et des pans de maisons. Mara se recroqueville contre son mur ouest, après avoir cédé, selon les on-dits, plus de la moitié de son territoire urbain. Celui-ci, en effet, se serait étendu jusqu'au milieu du fleuve, lequel coulait, autrefois, là où s'évalent, aujourd'hui, des lignes d'arbres, sur la rive d'en face.

Village de pêcheurs aussi, mais combien différent, cette agglomération arabe au confluent du Logone et d'un cours d'eau temporaire. Village ouvert, aux groupes de huttes séparées, sans cultures immédiates. La savane est débroussaillée alentour ; quelques arbres subsistent dans le champ clairsemé des maisons. L'emplacement offre les meilleures conditions de travail : le lieu de confluence forme crique et comprend une langue de sable où s'échouent les bateaux. En face de l'agglomération, dans des parages où le courant n'est jamais violent, une réserve de poissons ouvre ses huit portes à sens unique sur les trésors invisibles. Ainsi, en un raccourci saisissant, apparaissent les deux grands modes, actif et passif, du travail de ces gens : la pêche en pirogue, avec filets mobiles transportés dans des lieux divers selon le rythme saisonnier et les habitudes des poissons ; la capture par pièges permanents, fonctionnant sans peine humaine, hors celle de la pose, et grossissant silencieusement, de jour et de nuit, les réserves de nourriture.

Mais la vie des hommes ne s'écoule pas seulement entre les murs d'enceinte ou les plats-bords de leurs pirogues. Les pêcheurs ne sont pas que des hommes d'eau. Si les villages arabes ou kotoko sont tournés vers le Logone, le Chari ou les rivières pérennes, ils n'ignorent pas leurs arrières. Même peu cultivateur, l'homme a les pieds dans le sable ou l'humus et sur la terre battue des pistes. Cent chemins le conduisent aux autres cités : l'une des sorties méridionales de Goulfeil est dite Porte de Maltam ; la sortie nord-est de Maltam est dite Porte de Goulfeil. Chaque muraille ouvre des portes sur l'éventail des cités voisines et des passages obligés de rivières ou de marais qui leur donnent leur nom. Chaque porte, par sa dénomination, est déjà un appel vers l'étape d'en face. Comme des oasis dans un désert, les buttes surgissent dans le plat pays situé au sud du Tchad. Mais il s'agit ici d'une savane très boisée, avec clairières ou grandes prairies sauvages. Et les oasis ne sont pas des points noir-vert plaqués sur le sol jaune, mais des cloques de terre dénudées par l'usage et couvertes d'habitations géométriques. L'oasis désertique est remplie d'arbres ; la butte-résidence n'en conserve que quelques-uns, pour l'ombre de ses places, où les vieillards échangent des sentences, aux heures chaudes. Elle apparaît en clair dans le pain-brûlé des forêts de mimosées ou dans les surfaces de suie laissées par les incendies de prairies sèches.

La vie des hommes s'étale aussi le long des pistes qui coulent dans les gués des rivières, luisent au soleil ou se faufilent sous les branches. Dans les chemins étroits vomis par les portes de ville, les piétons s'éloignent des bruits et odeurs, des sécurités, des frémissements urbains. Ils prennent contact avec les territoires extra-muros, c'est-à-dire avec le reste du monde. En deçà de l'enceinte, les hommes. Au delà, les forces sans police des bois et des herbes. Au dedans, chacun se sent épanoui jusqu'aux murailles et communie avec la ville. Au dehors, les hommes se hâtent d'un havre à l'autre. Vues des airs, ces contrées de bois et clairières forment un parc accueillant où s'ébattent des aigrettes immaculées, bien détachées sur les fonds sombres, où des cobs de Buffon arrêtent leur galop puissant. Dans les arbres au feuillage transparent, les singes s'agitent comme des araignées sur une toile. La brousse est la contrée des animaux et des végétaux libres. Elle vient battre le mur d'enceinte où vivent les reptiles protecteurs de la ville et dont l'histoire se confond avec celle de la fondation.

En d'autres lieux, dans le centre de l'Afrique Equatoriale, autour du lac Iro, la brousse est plus souveraine encore : aucune séparation, aucun mur ne s'élève entre elle et l'agglomération. Bien plus, elle assure elle-même la protection des hommes contre ce qu'elle recèle d'inconnu et de terrible. En effet, en survolant Bouni, Dordjiguel ou Kouré, villages goula, on découvre que chacun occupe une clairière blanche piquetée de toits en champignons et de rares grands arbres. Les maisons y sont disséminées dans une sorte de champ clos qu'enserme un anneau de forêt dense dont *Acacia pennata* est l'élément principal, anneau percé seulement de quelques entrées commandant les pistes. Autour de cet ensemble, la savane arborée étend ses surfaces claires. Le village est donc volontairement enfoui dans un nid d'arbres et de formations buissonnantes qui le protègent matériellement contre les fauves. Au sol, devant cette muraille de branches et de lianes, on constate qu'aucun quadrupède important, fut-ce un chacal, ne pourrait pénétrer dans le fort, dont les issues sont commandées par de lourdes claies manœuvrées dans des montants faits de troncs robustes. C'est donc en toute confiance que les Goula s'endorment aux rugissements des lions pullulant dans la région parce qu'ils ont choisi comme l'auraient fait certains fauves, des repaires naturellement défendus. Dans l'inconscient de ces hommes, on trouverait une tranquillité de forêt impénétrable et des panneaux solides secoués par des griffes.

Il est donc indispensable, pour pénétrer dans la mentalité de l'autochtone, de sonder les profondeurs de la brousse étendue comme une mer autour des îlots habités. Or rien ne peut donner, pour son ensemble, une vue plus fidèle que l'observation et la photographie aériennes.

Un cliché, en effet, permet l'inventaire détaillé des associations végétales dans lesquelles puisent les hommes pour rassembler leurs bois de charpente ou d'outillage, les écorces, les fibres, les lianes nécessaires à la vannerie, à l'habillement, aux liens, les aliments de cueillette, les remèdes médicaux ou spirituels.

Ce qui est dit du végétal peut se répéter pour l'animal. Celui-ci est directement tributaire du premier et l'inventaire du tapis d'herbes et d'arbres assurera

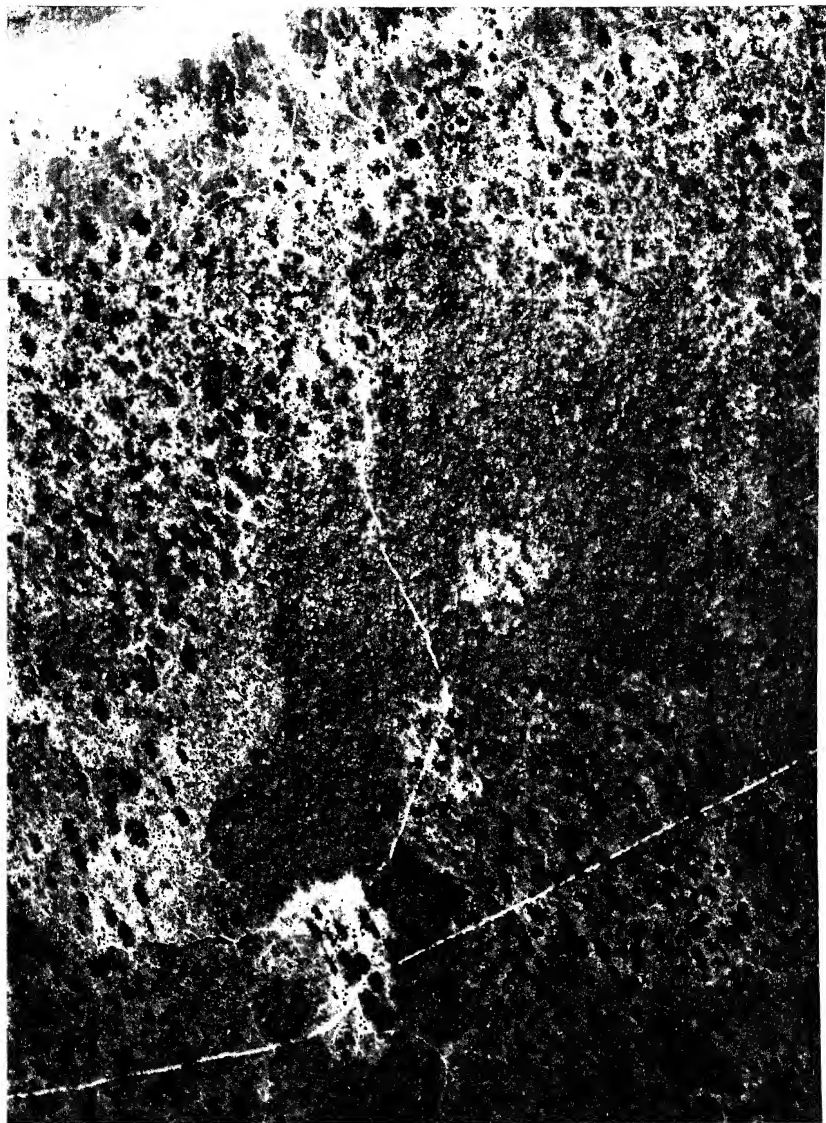


Photo Grisaie.

Vue verticale du village Goula de Kouré sur les bords du lac Iro, en Afrique centrale. Le nord est à droite.

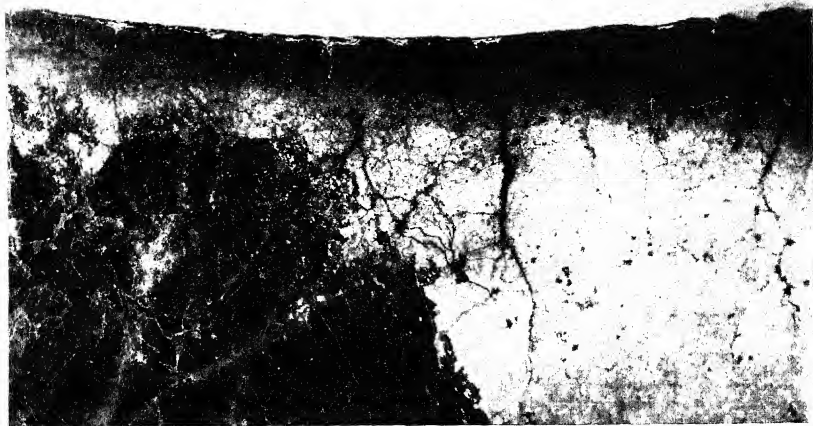
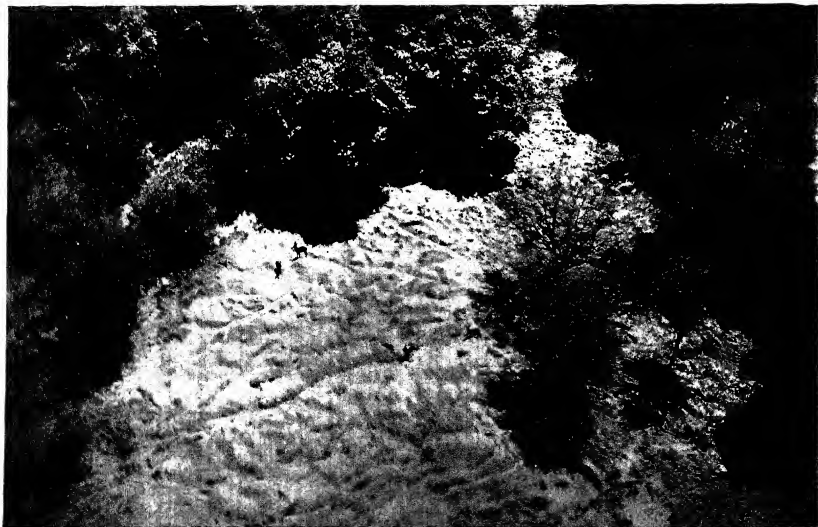


Photo Grizule.

Vue verticale prise à 2000 mètres de la rive orientale du lac Iro (Afrique centrale). A gauche, se détachant sur le fond sombre, les mille pistes des animaux sauvages.

Antilopes dans une clairière du Cameroun septentrional (vue prise à 80 mètres).

Photo Grizule.



au chercheur, par contre-coup, une base solide pour établir celui des peaux, plumes, chairs, remèdes et données religieuses fournis par les animaux.

La photographie aérienne pourra d'ailleurs, dans des cas privilégiés, fixer des indications sur les fauves grands et moyens qui se présentent à découvert. Dans les immenses plaines du haut Bahr Salamat, à quelques cinquantaines de kilomètres au nord-est de Fort-Archambault, les hardes se déterminent et même se dénombreront facilement. On identifie aussi les fauves dans les clairières ou sous-bois clairs.

Leurs traces, en tous cas, sont longtemps visibles dans l'herbe. Un seul passage d'homme, dans une moisson de France, n'est-il pas décelable à plusieurs milliers de mètres d'altitude ? Quant aux pistes habituelles suivies par les quadrupèdes pour se rendre à l'eau, elles apparaissent comme celle des humains. Un bel exemple en est donné par les abords du lac Iro, flaque circulaire d'une dizaine de kilomètres de diamètre, qui sert de zone secondaire d'épandage au Bahr Salamat.

Le lac Iro, toutes proportions gardées, est une sorte de Tchad perdu dans les latitudes de l'Afrique centrale où l'eau divague. Le Bahr Salamat, en un certain point de son cours, se divise en deux bras dont l'un achemine l'eau vers le Chari, c'est-à-dire vers le Tchad, et dont l'autre alimente le lac Iro. L'immense réservoir dont les berges, même en saison sèche, sont au ras de l'eau, est le centre d'attraction de tout ce qui boit dans un rayon de plusieurs dizaines de kilomètres. Pour parvenir à son bord, il faut traverser plusieurs zones distinctes de végétation : forêt, savane arborée de ficus, caïllédrat, tamariniers, terre découverte parfois cultivée ; herbes et joncs où pullulent *Andropogon*, *Ipomea*, *Cyperus*. Or, en cheminant à pied sur un sentier, on ne voit guère qu'à quelques dizaines de mètres de droite et de gauche ; on ne voit pas l'ensemble du terrain ; pourtant, en débouchant sur le lac à hauteur des derniers rangs de bosquets, on devrait prendre soudain conscience d'une zone nouvelle, non seulement par son aspect végétal, mais par les milliers de traces d'animaux qu'elle recèle. Un regard attentif porté sur une photographie verticale de cette région découvre en effet, parallèlement à la piste où des hommes armés accompagnent les porteuses d'eau pour les protéger contre les fauves, des centaines d'autres pistes qui vont mourir dans le marécage. Sur les autres parties du sol que les incendies de brousse ont noircies, elles forment une résille de fines lignes blanches dont la direction générale est l'eau.

Il serait impossible à un piéton de parcourir ces chemins étroits qu'entretennent les antilopes chevalines, les boucs d'eau, les bubales. Il ne pourrait non plus contourner des centaines d'arbres ou de boqueteaux dont chacun est entouré d'un cercle dénudé, piétiné par de lourds sabots ; il ne pourrait suivre les transversales qui mènent des uns aux autres. Aucun relevé topographique ne saurait donner l'aspect de ces routes instinctives qu'une touffe détourne, qu'une flaque attire ; et quels signes conventionnels distingueraient les étroits passages des grandes antilopes étirées en file indienne, les avenues faites des cent traces parallèles des hordes de gazelles, le double sillon que laissent les hippopotames et qui défonce le sol meuble comme le ferait un labour de déminage.

Seule une photographie verticale présente dans sa complexité cette nappe de

communications établie par les bêtes de tous poils et peaux, entre les bosquets autour desquels elles tournent dans le même sens que le soleil pour s'abriter à leur ombre. Seule elle donne une idée de ce parc d'attente que constituent les dernières lignes d'arbres bordant le lac et qu'utilisent les bêtes aux heures chaudes, allant et venant d'un refuge à l'autre, au hasard des inquiétudes. Elle aide puissamment le chercheur à se mettre dans l'atmosphère où se meuvent les hommes qu'il étudie. Sans elle, il travaille en myope, enfoncé dans le paysage dont il ne voit que les premiers plans.

Vues d'ensemble sur le cadre et sur l'activité des hommes, recensements, vérifications, mise en place des lieux mal repérés au sol, tel est l'un des premiers services que rend la documentation aérienne. Tous les travaux de précision, toutes les approximations raisonnables, sont permises par elle.

Mais là où elle joue un rôle aujourd'hui indispensable, c'est dans l'établissement de cadastres et de plans détaillés des habitats indigènes.

L'ethnographie s'intéresse principalement aux pays de peuples neufs dont la cartographie s'élabore lentement, dont le cadastre n'existe pas. Or rien n'est plus caractéristique de la mentalité d'une société que son incrustation dans le sol qu'elle occupe, le dessin de son réseau de pistes, le contour de ses cultures, la contenance des terres utiles et leur affectation. Le cadastre est le précipité du droit foncier, celui-ci étant lui-même, dans une large mesure, le reflet de représentations religieuses et parfois cosmogoniques. Il est des peuples dont les champs doivent leur forme à une métaphysique explicative de la dynamique de l'univers et qui projette dans le concret des concepts millénaires. Chez les Dogon des falaises nigériennes, le tissage est le symbole de la culture des terres ; la chaîne représente le sol impur et intouché ; la trame, par son va-et-vient en lignes de chevrons, est l'image de l'eau serpentant de droite et de gauche comme celle de l'agencement régulier des parcelles. Avec l'eau fertilisante et la géométrie des hommes, c'est la civilisation qui progresse sur les contrées vierges. Et l'orientation des cultures, comme leur gesticulation, rappelle l'orientation du métier à tisser et les manœuvres de l'artisan. En effet, allongée du nord vers le sud, la chaîne des fils est recouverte dans la même direction par la trame que la navette lance selon l'axe est-ouest. De même, selon la règle mythique, le défrichement dans son ensemble devrait progresser vers le sud. Dans le détail, chaque parcelle, dont la forme carrée est celle du firmament et les dimensions celles de la terrasse d'un édifice représentant l'univers, est ensemencée du nord vers le sud, selon des lignes que le cultivateur parcourt alternativement d'est en ouest et d'ouest en est. Bien plus, dans le creusement des trous pour les pieds de mil, la houe est tenue alternativement avec la main gauche puis la droite en avant, le pied du même côté également en avant, comme fait le tisserand poussant la navette de ses mains droite et gauche, appuyant alternativement de ses pieds sur les deux pédales des lices.

Les champs d'un village sont donc comme une suite immense de bandes d'étoffe cousues rappelant la couverture à carreaux que l'on trouve dans chaque famille indivise, capital inaliénable, dont on enveloppe les morts.

Et cette symbolique est valable pour le village lui-même, dont les ruelles sont les coutures, dont les terrasses et les cours sont les carreaux de la couverture.

Certes, ces normes étonnantes sont valables surtout pour des pays de plaine, pour le Gondo, qui s'aplatit devant les falaises de la boucle du Niger. Dans les falaises elles-mêmes, dans les éboulis inextricables qu'elles déversent à leur pied, sur les plateaux qu'elles étalent en pente douce jusqu'au fleuve, sur le haut des chicots rocheux qu'elles ont laissé comme témoins depuis Douentza jusqu'à Homboli, il est impossible aux hommes de suivre la règle mythique. Les boursofflures des rochers, les failles, les gorges, les pentes obligent à sectionner la terre utile en surfaces irrégulières, orientées tant bien que mal. Mais la géométrie bousculée laisse toujours transparaître les lois des temps immémoriaux.

Ainsi, l'un des hauts lieux les plus chaotiques de l'Afrique, le massif de Sarigné, près de Douentza, présente sur son plateau de grès rouge, le village de Kohio, coupé du monde. On y accède par une cheminée verticale de cinq cents pieds et du haut de ses terrasses, par temps clair, l'œil découvre des dizaines de milliers de kilomètres carrés. Kohio, avec ses dix maisons, est la capitale d'un plateau brandi vers le ciel, dont la longueur n'excède pas deux kilomètres et la largeur cinq cents mètres. Peu de quadrupèdes sauvages y vivent et la panthère elle-même, agile comme un anthropoïde, se hasarde rarement dans les parois et les effondrements du nord. Les oiseaux, par contre, sont nombreux vers le promontoire occidental ; car, par suite d'une sorte de gageure du climat, une mare pérenne, tapie dans un cirque de rochers, brave la sécheresse alors que toute l'eau, à vingt kilomètres à la ronde, est pompée par le soleil. Si bien que le massif le moins accessible de la boucle du Niger est, pour tous les villages qui s'accrochent en contrebas, un château d'eau qu'escaladent chaque jour, pour leur ravitaillement, des dizaines d'hommes et de femmes.

De loin, le chicot dressé dans les sables et les savanes, se profile en vaisseau déchiqueté par les vents ; à l'approcher du haut des airs, il semble se prêter, comme un porte-avion pour Titans, à un envol dans l'univers.

Malheur à celui qu'un hasard obligerait à prendre terre en ces lieux : des failles où s'engouffrent des escadres de pigeons sauvages, brisent la surface rosâtre, roulée en vagues, gonflée comme furoncles. Dix mètres carrés plans sont un miracle et qui voudrait courir sur les pistes hachées par les arêtes, les fosses et les à-pic, se briserait les os. Nulle part ailleurs, la croûte planétaire ne donne plus fidèle image des bouillonnements primordiaux où les pâtes géologiques divaguaient.

Kohio, avec ses quelques dizaines d'habitants, vit et meurt au centre de l'immense nef de pierre, comme en une passerelle de commandement. De loin et de haut, l'emplacement forme une lèpre exiguë, marque des grattages et des intentions des hommes ; de près, en survolant le plateau d'une centaine de mètres, on découvre la zone aménagée, enserrant le village dans son centre. Partant des murs, une vague de petits champs entourés de pierres déferle jusqu'au bord du précipice. Parmi eux, au premier plan, s'étalent des jardins dont la mise en damier

est plus fine encore : les carrés n'excèdent pas un mètre de côté. Quant aux habitations, dont les terrasses s'allongent nord-sud ou est-ouest, elles forment un assemblage géométrique qui, vu du ciel, est de même venue que les cultures.

Pourtant, sur un tel sol, les hommes eussent pu s'éloigner largement des canons traditionnels ; toute cette terre, dont la couche s'amincit sous le vent permanent, a été arrachée dans les fonds du plateau ; on l'a montée aussi dans des peaux de chèvres, par la cheminée vertigineuse ; la glèbe des champs comme celle des maisons. Il a fallu briser les roches à coups de masse pour rassembler les pierres des murets qui barrent les ruissellements. Et chaque année, après les pluies, champs et village ont fondu, perdant leur terre comme un sang coulant sur les parois verticales. Il faut alors remonter quarante livres de poussière par les précipices, se heurter aux arêtes, s'accrocher aux trous, émerger couvert de sueur, hors de la faille de l'ouest et déverser dans le carrelage l'humus pesant mais tout juste nécessaire à la vie d'une seule graine.

Pourtant, malgré ses sueurs de peine et de peur, l'homme pense bien que rien ne germerait, que rien n'arrondirait ses fruits sur terre, si des gestes ordonnés ne poursuivaient les travaux, si les cadres eux-mêmes n'obéissaient aux alignements traditionnels. Et c'est pourquoi, défrichant les gouffres, il n'a de répit qu'il n'ait construit chaque parcelle à l'image carrée des cieux, source d'eau.

On voit aussi combien il est nécessaire de pénétrer les sociétés jusqu'à leur cadastre pour les mieux comprendre. Mais comment résoudre ce problème de l'établissement du plan parcellaire d'un massif comme Sarigné ? Combien de mois faudra-t-il, en usant des procédés classiques, pour établir un lever qui d'ailleurs ne serait pas « parlant » ? Quelles peines pour mettre le chaos sur une feuille plate, par un soleil chauffant les roches comme des tourtières ?

Des photographies verticales résoudre cette question difficile. Certes, elles ne dispenseront pas des travaux au sol : les propriétaires n'inscrivent pas leur nom sur leurs parcelles ni sur leurs arbres, ni sur leurs terrasses et il faut bien attribuer les limites en accord avec eux. Mais quelle rapidité, quelle sûreté de gestes lorsque le chercheur s'appuie sur une vue totale, sans défaillance, du terroir et de ses abords ! Le moindre carreau d'humus, le moindre indice de limite apparaissent, les repères prennent leur pleine valeur. On peut, sur une photographie, établir un plan impartial des droits fonciers des hommes et même des dieux, puisque les cultes s'inscrivent dans la glèbe, tout comme la métaphysique des Dogon leur fait mettre au carreau leur territoire, à l'image des anciens Egyptiens.

Mais l'épreuve sur bromure va au delà de l'utilité matérielle. Elle n'est pas seulement une vue de l'imbraglio des infrastructures ; elle est aussi, pour l'indigène qui coopère à la détermination de ses biens, le témoin rassurant qu'il peut lire et qui ne ressemble en rien aux cartes conventionnelles. L'indigène, en effet, apprend rapidement à circuler par la pensée dans les ombres et les blancs d'une image prise sur le réel et il sait à l'avance désigner le creux, l'arbre ou le torrent dont la présence importe pour les limites. Dans les cas de travaux de dégrossissement, il est capable, assis à une table, de faire voyager le chercheur dans les dédales



Photo Gräule.

Vue verticale, prise à 300 mètres, du centre de la cité Kotoko de Logone-Birni (Cameroun septentrional).

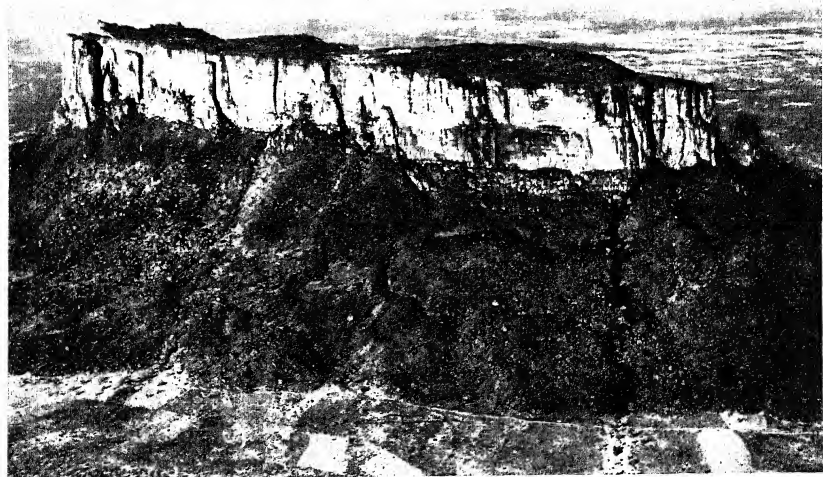


Photo Griaule.

Le massif de Sarigné (Boucle du Niger). L'immense chicot de grès est entouré d'une zone d'éboulis dans laquelle sont installés de nombreux villages.



Photos Grisaule.

Village de Kohio, au sommet du massif de Sari-gnéré.

La mise 'au carreau de la terre dogon, dans les falaises de Bandiagara.





Photo Armée de l'Air - 33me Escadre

Chasseurs d'hippopotames aux environs de Bouaké,
sur la ligne Bamako-Abidjean (A. O. F.).

du terroir, de conduire avec une approximation suffisante les démarches préliminaires du plan.

Et cet intérêt qu'il prend à une image concrète et lisible de son terrain mène plus loin encore. Le cadastre étant la fixation d'affirmations de droits et de dénominations, l'autochtone, qui prend beaucoup plus au sérieux que les Blancs la parole écrite ou dessinée, a le désir, devant cette sorte de juge qu'est le topographe, d'étaler les querelles centenaires à propos de limites ou d'attributions. Convaincu que le cadastre n'est pas laissé à la fantaisie du dessinateur, mais qu'au contraire il est la transposition d'une photographie qu'il comprend, il désire inscrire de vrais droits et non plus les reflets des rancœurs ou dépits qu'il nourrit à l'endroit de quelque motte contestée.

Il est arrivé, dans les falaises du Niger, que de tels travaux amenaient aux opérateurs de vieilles affaires qu'ils pouvaient résoudre à l'amiable en peu de temps. Et il n'est pas douteux qu'à l'idée d'une reproduction conventionnelle, certes, mais appuyée sur un document compréhensible, les autochtones avaient tendance à donner aux discussions de droit une allure moins passionnée.

L'établissement du cadastre conduit à un autre travail qui n'est pas moins utile : la détection des noms de lieux. Une contrée, comme une cité, est un agglomérat de parcelles, de quartiers, de carrefours, de hauts et bas lieux dont chacun a son état civil, son histoire, sa légende. Souvent, le toponyme, au travers de mille déformations, reflète une forme primitive dont l'étymologie jette une lumière sur des faits lointains de peuplement, de mise en valeur, de psychologie collective.

Et s'il fallait montrer dans quelle estime le tiennent les usagers, il suffirait de citer les devises funèbres déclamées devant le mort, dans les régions de plateaux, pour rappeler à sa descendance les noms des terres qu'il piétinait de son vivant :

Recevez le salut du soir !

O mort ! entré en tous lieux, sorti de tous lieux !

Dans le vallon d'Ilem, au lieu-dit Samail, dans Sammtigou.

Au lieu-dit Yanail, dans Kéldiyomo.

A Enndounné-pose-rapace.

Dans Daga, au fond des gorges d'I, où les grands singes crient « Bogum ! »

A Bolo-arrache-ivraie, au lieu-dit Tamarin-large.

Il est entré en tous lieux, sorti de tous lieux !

Au sablonneux Dâma, au lieu-dit Oropala-pose-rapace.

A Dâlé-pose-rapace, dans Iloumou.

A Dolo, vert par le soleil, vert par la pluie, double richesse trouvée par les aïeux.

A Yama-base-des-roches, au lieu-dit Argile-du-père.

Merci à toi qui es parti !

Qui ne t'es jamais querellé avec quiconque !

Ce texte est ici résumé. Pendant de longs moments, les orateurs déclinent les noms de tous les espaces où le mort peinait et espérait. Comment les repérer avec exactitude ?

Dans ce travail encore, la photographie, surtout dans les régions où les cartes sont rares, est indispensable. Seule elle apporte tous les détails utilisés par les autochtones pour accrocher les vocables. Seule elle permet à ces autochtones de coopérer avec le chercheur, de lui désigner les minimes accidents de terrain, la fente où se dressent dix pieds de mil, les tas de pierre, les pointes de rocher, auxquels sont attachés des noms. Il serait impossible, sans elle, d'entrer dans le détail de la toponymie qui s'applique non seulement au sol, mais encore à ce qui en surgit : les arbres. Dans la plupart des villages dogon des falaises de Bandiagara, tous les grands arbres sont nommés et appropriés. Autour du village double des Ogol, et dans un rayon de cinquante mètres au plus, une centaine de noms de baobabs ont été recueillis.

Sur certaines parcelles exiguës, dix arbres se dressaient, ajoutant leurs dix noms à celui de la terre : Haute Poitrine, Rugueux, Statuette, Omphale, Danse Serpentine... Et comme chacun appartient à un propriétaire qui n'est pas toujours celui du terrain, on comprend que le topographe opérant uniquement sur planchette soit découragé par la complexité des lieux, des choses issues du sol et des droits.

Et comment procéder pour les surfaces verticales des falaises que les hommes ont aménagées en sanctuaire, en greniers, en refuges, en cimetières ? Du haut en bas des immenses parois, les murs de terre ou de pierres marquent une occupation millénaire. Dans telle faille, on monte par des bois fichés comme des perchoirs jusqu'à des nécropoles vertigineuses. Ailleurs, les morts sont balancés du haut des surplombs et attirés par les grimpeurs dans les corniches. Dans tel recoin, des ruches sont installées, badigeonnées au suc de bulbes qui plaisent aux abeilles. C'est au sortir de telle caverne, débouchant sur le vide, qu'avec d'immenses balais d'épineux on accroche au vol les chauve-souris.

Tous ces lieux nommés ont leur vie propre ; ils sont propriétés individuelle ou collective. Il convient d'en établir un plan parcellaire comme il est fait des surfaces horizontales. Cette tâche délicate se mènera au mieux avec la photographie aérienne, d'autant que les déplacements dans les éboulis sont difficiles et que les reculs nécessaires ne peuvent être pris au sol.

Il est enfin une détection qui n'entre pas dans les préoccupations habituelles du topographe : celle des itinéraires et des points mythiques, religieux, historiques. Un autochtone, sur une image fidèle de son pays, place des points et des trajets qui permettent l'établissement des assises de la civilisation considérée. Chez ces mêmes Dogon, il est apparu que de nombreux toponymes étaient le résumé de devises formant souvent de longues poésies et s'appliquant aussi bien aux lieux qu'aux habitants, mêlant l'histoire et le mythe, les fondateurs humains et les auxiliaires surnaturels.

Et il arrivait que le nom des lieux se rapportait aux temps révolus

des premiers défrichements, où les terres n'avaient pas l'aspect qu'elles offrent aujourd'hui, où les plantes n'avaient pas disparu sous les houes des antiques débroussaillers, où les ravins n'étaient pas encore escaladés par les degrés que posaient à grands cris ceux que les hymnes funèbres appellent les équilibreur de pierres.

Ainsi, par les noms accrochés aux pierres, aux failles et aux savanes, pouvait-on faire revivre les décors des premiers tâtonnements des hommes en ces pays.

* * *

Si l'archéologie, la préhistoire, demandent à la photographie aérienne des indications ou des confirmations relatives à l'implantation humaine aux temps anciens, l'ethnographie qui, dans certains cas a les mêmes exigences, demande une documentation concernant non seulement la statique, mais encore la dynamique du sol et de ses habitants.

Le terrain sur lequel vivent des hommes n'est pas une scène fixe. Deux clichés pris à six mois d'intervalle donnent, en toutes régions, des aspects différents de la nature et des travaux humains. A l'état normal, une plaine de hautes herbes sèches couchées par le vent est comme une immense moisson dorée que strient les pistes des fauves. Après incendie, le pays n'est plus qu'un plateau noir mat où les pistes apparaissent en blanc. Lorsqu'on a l'habitude de la voir couverte de hautes tiges de mil, la banlieue d'un village est méconnaissable après la récolte. En octobre, en fin de saison humide, les mares couvrent la terre du Soudan, viennent ronger les maisons, emplissent les carrières de terre dans lesquelles on puise le torchis d'entretien ; les torrents imposent certains passages, les rivières coupent le pays, les arbres cachent le sol avec leur boule de feuilles et projettent une ombre épaisse, ce qui les rend doublement visibles. En mai, les nénuphars ne sont plus que tas d'immondices sur une terre craquelée ; les lits sont traversés en tous lieux ; les crocodiles des falaises de Bandiagara s'enfoncent dans de profonds terriers ; les arbres sont presque invisibles directement tant leurs branches maigres se confondent avec les dessous dans le même éclairage. Seules les ombres portées, bien noires, donnent des indications sur la nature du végétal.

Les hommes vivent donc dans un cadre variant avec la saison. Dans les falaises du Niger, pour avoir une idée exacte de la scène, il conviendrait de prendre des photographies aux périodes suivantes :

Avril : pleine saison sèche, terre dénudée ;

Mai-juin : premières pluies, terre travaillée et ensemencée ;

Octobre : fin de saison humide, moisson sur pied ;

Novembre-décembre : moissons faites, jardinage autour des mares encore pleines.

Encore sont-ce là des variations qui n'imposent pas aux hommes de profonds changements de vie : le Dogon, le Bambara, le Kouroumba reçoivent dans le même village les pluies d'hivernage et les ardeurs de l'été. Il n'en est pas de même

des pêcheurs Bozo et Somono vivant dans les mêmes contrées sur les zones d'inondation du Niger ; ils habitent, suivant la saison, leurs villages de terre ou de curieuses huttes en œuf ornées de dessins géométriques en carrelages et surmontées de faîtes en torsades de paille et cordelettes qui ne sont pas sans rapport avec leurs idées cosmogoniques. Durant la période des hautes eaux, ces gens occupent aussi des buttes formant îles ; ils y établissent des campements temporaires pour la récolte des graminées des zones inondées qui viennent à maturité à ce moment. Les pirogues passent dans les tiges qui sont rabattues avec des perches et laissent tomber leurs graines sur des claies.

On observe donc, chez ces gens, une double morphologie allant de l'agglomération à la dissémination, phénomène dont des clichés pris aux moments opportuns donnent une description instantanée.

Mais le mouvement des saisons n'est pas le seul à animer la vie des hommes : par leur fait la même saison ne retrouve pas le même sol ; un rythme pluri-annuel se superpose au saisonnier et s'inscrit dans la rotation des cultures. C'est dire qu'une série de photographies prises au long d'une année n'est pas suffisante pour donner une idée du rythme général des actes d'une société. Il importe de suivre en premier lieu le système des alternances imposé par l'agriculture aux mêmes terrains. Mais il convient aussi de dépasser ce cycle et de saisir la marche des défrichements, les abandons de terrains épuisés, comme leur reprise après repos de plusieurs années. Parfois même, un cliché fera apparaître des anomalies, des déséquilibres dont il faudra chercher la cause ailleurs que dans la volonté des hommes. Ainsi, l'anneau de terre libre entourant le lac Iro présente, d'un village à l'autre, des parties délaissées ou au contraire en pleine exploitation : au nord, à Ponn Ngatiga, au nord-est, au droit de Dordjiguel, village lointain, on observe des cultures de mil dans la zone marécageuse. Au contraire, à hauteur de Bouni et de Kouré, à l'est et au sud-est du lac, les rives sont désertes. Or, les conditions d'exploitation sont les mêmes ; le terrain est fertilisé chaque année par inondation et la rotation des cultures est inutile. La raison de cet abandon est étonnante et donne à réfléchir sur les forces insoupçonnées de la nature : les paysans de Bouni et de Kouré ont renoncé à défendre ces terres contre les fauves.

En effet, si les champs établis près des villages sont facilement défendables contre les oiseaux ou les singes, il n'en est pas de même des champs de brousse et des rives d'Iro. Ces derniers surtout, parce qu'ils sont placés sur le passage des animaux allant boire, doivent être protégés contre les antilopes, les singes, les pigeons, les girafes et aussi contre ces charrues défonceuses que sont les hippopotames progressant en terre humide.

Pour protéger leurs cultures, les Goula sont obligés à une garde constante et à l'établissement de clôtures d'épineux. Le long de la rive exploitée, on observe sur les photographies comme une suite de points en grisaille qui marque le réseau de plates-formes du haut desquelles les gens lancent des mottes avec des frondes. Mais dans certains cas, la lutte est inégale, ainsi à Bouni et Kouré, où la pullulation des cynocéphales (*Papio Papio Doguera*) est telle, depuis un quart de



Photo Ministère des Travaux Publics,
Institut Géographique National

Paysage soudanais, quelques kilomètres au sud de Bamako (A.O.F.). La savane arborée claire à *Butyrospermum Parkii* = Karité ou arbre à beurre du Soudan, est parsemée de terrains temporairement cultivés (pays de nomadisme agricole) qui apparaissent sur la photographie comme des taches polyédriques claires. Le défrichement de ces champs n'entraîne que la suppression du tapis herbacé, des buissons et des arbrisseaux; la plupart des arbres sont respectés car leurs fruits oléagineux font l'objet d'un commerce. Les cours d'eau sont marqués par une végétation à peine plus dense que sur la pénéplaine : ceci est probablement dû à la continuité des actions anthropozoogènes qui ont amené le tapis végétal à ne plus représenter l'état naturel de la végétation, ce que les spécialistes appellent le *Climax*. En revanche les buttes-témoins gréseuses, presque arasées, que franchissent parfois les pistes (au nord du cliché) apparaissent nettement par suite de la stratification horizontale des grès pratiquement dénudés.

Jean TROCHAIN.



Photo Armée de l'Air - 38me Escadre.

Groupe de pêcheurs sur le Niger, dans la région
de Bamako (A. O. F.).



Photo Griaule.

Village arabe des bords du Logone, au point de confluence d'un cours d'eau temporaire. Au premier plan, pièges à poissons.



Cité Kotoko de Gado-Kouda, sur les bords du Serbewel (Cameroun septentrional).

Photo Griseul.

Village de Yof, dans la presqu'île du Cap Vert (Sénégal). Une ligne de pirogues s'étend le long du rivage.

Photo Agence économique des colonies.



siècle, que les cultivateurs ont dû céder la place et rechercher ailleurs, près des villages, des terres plus faciles à surveiller.

Parfois, c'est l'homme qui agit directement sur l'homme dans le déplacement, l'éparpillement, la dissimulation des cultures. Soumises à l'impôt, les terres emblavées se cachent au fond des savanes, dans les bas fonds et surtout dans l'épaisseur des forêts équatoriales. Ces champs clandestins sont presque introuvables par les procédés d'enquête ordinaires. Au contraire, les photographies aériennes qui violent les secrets d'une contrée, permettent leur recensement rapide.

Ailleurs, la nature, pour faire reculer l'homme, agit par agents moins visibles comme la sécheresse ou le déboisement. Elle fait reculer les pâturages et pousse le sable sous les dents des troupeaux. Ainsi, en Afrique Occidentale, voit-on le Sahara descendre peu à peu vers le sud et venir faire sentir ses atteintes jusqu'au pied des falaises nigériennes. A la sortie du torrent de Yanda, par exemple, on observe, dans les talus, des terriers de crocodiles où des sauriens de plusieurs mètres s'enfoncent durant la saison sèche. Ces animaux sont privés d'eau pendant des mois et ils cherchent ainsi à se défendre contre la sécheresse. Leur comportement est l'indice d'une péjoration certaine du climat qui s'exerce sur des périodes assez courtes pour être enregistrées par la mémoire des hommes. Dans cette même région, les vieillards parlent du temps où les arbres étaient plus nombreux, où l'on n'avait pas à réfléchir sur l'abatage d'un tronc pour la taille d'un accessoire de danse.

— Voyez nos cavernes, disent-ils, elles ne contiennent plus que quelques masques et les fêtes religieuses d'aujourd'hui sont moins belles !

Ainsi l'assèchement progresse au vu et au su des hommes impuissants.

Même phénomène en Afrique du Nord. Chaque année des milliers d'ovins, disparaissent par manque de pelouses. Laissée au piéton, l'étude de ces zones immenses, où les bêtes domestiques pullulaient autrefois, serait une tâche surhumaine. Au contraire, l'avion permettra un recensement méthodique et rapide des pâturages, ainsi que l'appréhension des causes de leur recul. Sur ces documents, pourrait être établie une réglementation rationnelle et une rotation dirigée du pacage. Ici, la photographie aérienne ne fait pas que renseigner sur le passé : elle autorise des vues sur l'avenir.

* * *

Phénomènes stables, phénomènes en mouvement lents ou très lents sont décelés et fixés par la photographie aérienne. Mais il s'agit là uniquement d'infrastructure, de décors plus ou moins mobiles d'objets plus ou moins inertes. A l'époque des cultures, non seulement les surfaces emblavées sont repérables, mais lors de la moisson, les javelles se comptent. Chez les peuples pêcheurs, vivant sur des cours d'eau de toutes tailles comme les Kotoko, on observe les positions des barrages mobiles, des nasses, des claies ou des filets. En choisissant l'heure du survol, les pirogues se dénombrent, au repos, près du mur de ville, donnant une

idée précise de l'activité des habitants. De la gerbe éphémère au sanctuaire vénérable, de la pirogue tirée sur le sable à la muraille éternelle, l'objectif grave l'état de la scène, un jour donné.

Mais il va plus loin : il peut, en divers instants critiques amarrer la vision de milliers d'acteurs aux intentions réglées ou non. Une émeute, un marché, un pèlerinage, une battue, une bataille, un mouvement de transhumance sont suivis facilement par la photographie. Il est inutile de rappeler que, de toutes les activités humaines, les guerres sont, de loin, celles qui ont coûté à l'humanité, le plus de gélatine. Il est vrai que les clichés concernent surtout des aménagements durables. Mais on imagine quel appui apporte la photographie à la statistique de ces actes éphémères que sont les rassemblements d'hommes hurlant ou priant, échangeant des marchandises ou poursuivant des animaux.

* * *

Ainsi, la photographie aérienne boucle le cycle immense des usages qu'en peuvent espérer les chercheurs dans les sciences de l'homme.

Auxiliaire du préhistorien et de l'archéologue, elle fait atteindre les traces millénaires laissées par les civilisations disparues. A l'ethnographie, elle apporte la lecture des espaces habités, des cadres naturels, des pulsations lentes ou rapides, la compréhension de l'infrastructure où les mythes et les institutions vivantes s'inscrivent ; elle apporte la lecture des espaces habités, des cadres naturels, des pulsations lentes ou rapides des terres et des hommes. Elle est l'archive du passé lointain ou proche, comme du présent. Elle est le plan directeur des batailles et les hommes, dans les cieux adverses, risquent leur vie pour la fixer. Elle est la base de travail pour des bouleversements paisibles de vallées qu'on barre, de terres qu'on aménage. Elle concerne des surfaces immenses dont l'œil humain ne saurait conserver le souvenir. Elle constitue les minutes de la statique qui fige, de la dynamique qui anime la scène et les acteurs planétaires.

MARCEL GRIAULE.

L'HOMME ET LE MILIEU NATUREL

II. L'ÉVOLUTION DES RAPPORTS ENTRE L'HOMME ET LE MILIEU

Au cours des derniers siècles, et surtout dans le nôtre, les rapports entre l'homme et la nature ont pris un aspect nouveau. Jusqu'alors la nature s'imposait plus à l'homme que l'homme à la nature et de cette interaction de l'un sur l'autre naissait un paysage caractéristique d'un type de civilisation. L'observation aérienne de l'habitat des populations africaines nous en a donné un exemple. En survolant d'autres groupes humains, dont l'organisation matérielle est plus complexe, dont les techniques de travail du sol sont plus perfectionnées, nous allons suivre les diverses étapes de l'évolution des modes d'implantation humaine sur le sol¹. Les progrès de la domestication de la nature vont nous apparaître très lents jusqu'à une époque techniquement privilégiée, dans laquelle nous sommes depuis un temps relativement court. Puis, brusquement, dans une région soumise à l'action méthodique des moyens industriels, nous allons voir le sol, complètement bouleversé par l'homme, se modeler entièrement suivant ses besoins. La vallée creusée par le torrent devient un lac, maintenu par un énorme barrage; le fleuve est détourné de son cours; la ville cache entièrement la terre sur plusieurs kilomètres de long. La vision aérienne va nous faire mieux saisir ces contrastes et nous permettre de mieux dégager l'orientation de cette évolution et ses lois. Au géographe et au sociologue elle apporte ainsi des documents essentiels.

¹ En dehors des observations directes, nous avons utilisé, pour faciliter l'interprétation des vues aériennes, les ouvrages de divers auteurs, dont le lecteur trouvera une liste complète avec références à la fin du volume. Citons en particulier les livres devenus classiques de Marc Bloch, Roupnel, Dion, Demangeon, de J. Chombart de Lauwe, de Max Sorre, de Larnaud, sur la géographie humaine, Jean Brunhes et Pierre Deffontaine, etc., et les études plus récentes de P. Georges, sur la géographie industrielle, ou de Fromont, sur la législation rurale, P. Gourou (pour l'Indochine). D'autre part, nous devons beaucoup aux renseignements fournis par les documents américains, anglais et russes, dont nous donnons également une liste partielle dans la bibliographie, et par ceux des services français du ministère de l'Agriculture, et du cadastre.

L'homme d'action ne lui doit pas moins que l'homme de science. L'ingénieur et l'administrateur n'attendent pas les résultats des travaux des chercheurs pour modifier leurs moyens de perfectionnement ou de contrôle. La vision aérienne permet de circonscrire immédiatement un mal que les exécutants au sol n'ont pas décelé, comme les progrès de l'érosion, l'étendue des ravages d'une maladie forestière, ou de juger d'un seul regard de l'emplacement favorable pour entreprendre un travail d'art. D'autre part, elle permet de mieux prendre conscience des rapports complexes qui naissent entre les hommes dans le travail du sol et la répartition des propriétés. L'organisation technique et sociale peut en bénéficier largement.

Le développement de l'espèce humaine sur la surface de la terre se manifeste dans la vision aérienne d'une façon très différente des autres espèces, précédemment étudiées. Elle se rencontre sur tous les terrains, sous tous les climats et son expansion ne paraît d'abord répondre à aucune règle particulière. Pourtant, dans chaque genre de région, les traces de l'homme sur le sol se présentent d'une façon originale et les différents groupes qui constituent l'espèce semblent s'orienter suivant leurs affinités et réagir à leur façon aux conditions naturelles variées qu'ils rencontrent. Ainsi, le désert occupé par les tentes des nomades est un lieu de prédilection pour les Sémites. La grande forêt, défrichée par certains Indiens d'Amérique du Sud, est occupée par des cases rondes, tandis qu'en d'autres régions où la forêt est aussi dense, en Afrique ou en Amérique même, nous voyons d'autres populations construire des cases rectangulaires. La montagne impose à l'homme un genre de vie qui le marque profondément, mais certains groupes ethniques y ont simplement trouvé refuge, tandis que d'autres semblent la rechercher, tels ces Miao de Chine et d'Indochine, grands migrants des hautes régions d'Asie, qui ne descendent jamais au-dessous d'une altitude précise, 900 mètres, laissant les zones plus basses à d'autres groupes plus ou moins directement apparentés. Que ce soit pour y trouver certaines ressources naturelles, telles que bois et métaux, pour y rencontrer un terrain favorable à la pratique de certaines techniques comme l'agriculture ou la chasse, ou pour pouvoir y maintenir certaines institutions sociales, les groupes humains émigrent vers des terres et des climats dont la nature correspond à leurs besoins.

Ces relations entre le milieu naturel et l'implantation humaine se précisent lorsqu'on survole des régions différentes ou que l'on compare des vues aériennes les représentant. D'une part le relief, la nature du sol, le climat, la végétation, la faune, d'autre part les marques des aménagements humains et de la structure agraire, la disposition de l'habitat sont des éléments qui, dans la vision de l'aviateur, sont constamment entremêlés et manifestent entre eux des rapports étroits. Ainsi étudiées avec des moyens nouveaux, elles sont plus faciles à regrouper et nous pouvons mieux les suivre au cours des transformations des sociétés. Pourrions-nous dégager de ces études certaines constantes et certaines oppositions qui nous feront déceler des lois d'évolution? Essayons au moins, dans chaque phase



Photo Wolfgang Weber, Leipzig.

Brésil, Amazonie. Petit défrichement circulaire
indigène dans la forêt tropicale.



Maroc. Le poste d'Aïne.
L'implantation humaine
en région semi-désertique.

Photos Armée de l'Air - 82me Escadre



Official U. S. Navy Photo.

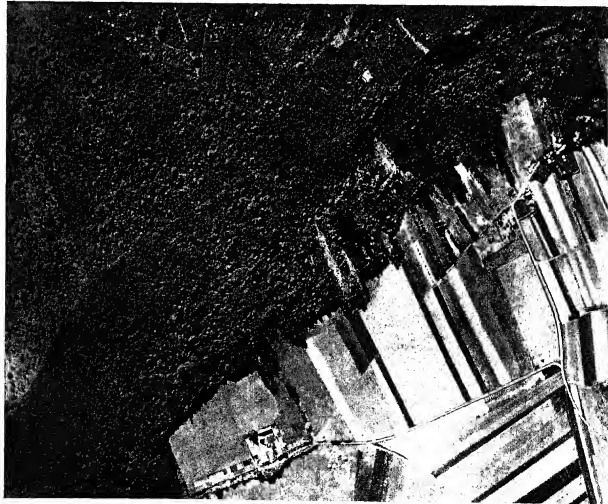
La surface de la Terre photographiée à 135 km.
d'altitude. Le terrain d'essais de White Sands forme
une tache claire à droite.



Photo Aerofilms Ltd.

Vestiges d'un ancien mode de culture à Crimscoate, près de Stratford-sur-Avon (Warwickshire), montrant des rangées incurvées d'aubépine suivant les sillons du terrain (ados formés par la charrue). Les courbes accentuées de ces sillons s'expliquent, dit-on, par le virage que l'on faisait exécuter à la charrue à huit bœufs, pour tourner à l'extrémité du sillon.

Photo Sté Gie de Photo-Topographie.



Forêt et plaine à Vetheuil
(Seine-et-Oise).



Cultures étagées à Java.

Photo Hans Brodt.

Photo Armée de l'Air - 53me Escadre.



Tarhit. Le village de Tarhit, principale agglomération des Beni Goumi, à 98 km. au sud de Colomb Bechar, occupe un site magnifique sur un éperon de la vallée de la Zousfana, entre les hautes dunes de l'Erg occidental et les corniches festonnées et superposées des plateaux rocheux (« hamada »), qui fuient à l'arrière-plan de la photographie. La hamada est à peu près nue et, dans l'Erg, la végétation ne prend racine que dans quelques creux. Le lit de la Zousfana, qu'on découvre dans sa largeur en amont de Tarhit, vers la droite, est, en dehors d'un étroit chenal parcouru par les crues, couvert de palmiers et de plate-bandes de culture. L'agglomération de Tarhit est presque entièrement formée de constructions peu anciennes, mais elle a conservé une partie des murailles qui entouraient le vieux « ksar ».

Marcel LARNAUDE.



Marrakech (Maroc).

Cette belle vue d'avion, à peu près exactement orientée vers le nord, se lit comme un plan à grande échelle. L'horizon de la plaine du Haouz est barré dans cette direction par les Djebilet (« les petites montagnes »). Au premier plan, les jardins et les olivettes de l'Aguedal, avec le Dar el Beïda; puis les édifices du Dar el Makhzen, résidence du Sultan, précédés de grandes cours et du Méchour, flanqués à gauche, du quartier de la Kasba, à droite, du Mellah; en arrière, l'énorme cité musulmane, dont les maisons à terrasses se pressent sans ordre le long des ruelles sinueuses; une seule grande place est visible, la Djemaa el Fna. A gauche de la ville la mosquée de la Koutoubia et son beau minaret. La ville et ses jardins sont entourés de hauts remparts, au-delà desquels s'étendent les palmeraies. L'agglomération et ses cultures reçoivent l'eau de canaux souterrains appelés ici « khottara » et analogues aux « foggara » du Sahara; leur tracé est jalonné par des puisards couronnés de déblais, dont on voit les alignements dans les premiers plans à gauche. Enfin dans la plaine, au milieu des palmeraies, vers le nord-ouest, on distingue la colline du Gueliz au pied de laquelle est construite la nouvelle ville européenne.

Marcel LARNAUDE.

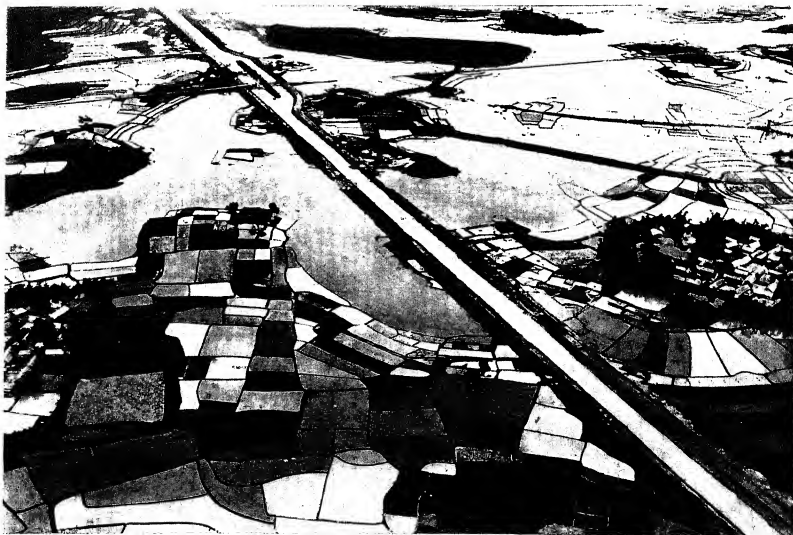


Chine. Inondations le long du Grand Canal.

Cf. pris par le col. Lindbergh. Photo New-York Times.

Indochine. Inondations dans la région de Phu-Lang Thuong.

Photo Aéronautique militaire d'Indochine.



de développement, de comprendre comment s'expriment en plan les aménagements du sol, la répartition de l'habitat et les rapports entre le milieu, les structures économiques et les institutions.

L'aménagement du sol et les structures agraires. — L'agriculteur suit la charrue dans les traces de ses prédécesseurs sans comprendre toujours comment la route lui a été ouverte et comment son geste s'inscrit dans une tradition. En revanche, l'aviateur qui survole trop rapidement les attelages pour remarquer les détails de leur marche, voit apparaître, à côté des sillons nouveaux, des limites aujourd'hui abandonnées. Ici les traces d'anciens défrichements, d'anciennes clairières, dans des plaines où les forêts ont entièrement disparu, expliquent la disposition des champs. Là des fossés réguliers, plus profonds et plus espacés que les sillons, laissent deviner un parcellement abandonné, ou les « murgets », disposés en bandes parallèles dans une pâture communale, permettent de retracer les anciennes divisions du sol indiquant la présence de rangées de vignes. Cette interprétation des vestiges anciens, sur laquelle nous reviendrons, nous donne un premier élément de comparaison dans le temps.

Chine. — Inondations le long du Grand Canal. (*Ci-contre.*)

« YU le Grand, fondateur des HIA... première dynastie royale quasi légendaire de la Chine, n'avait qu'une humble demeure, mais il faisait de grandes dépenses pour les fossés et les canaux... afin de mener à la mer les fleuves comme de grands seigneurs qui se rendent aux tenues de cour... » (Sseu-Ma Ts'ien cité par M. Granet.)

Ainsi, de tout temps, les Asiatiques ont été de grands remueurs de terre pour lutter contre l'instabilité souvent hostile d'un système hydrographique en perpétuel recommencement.

On voit ici un Grand Canal parcouru de jonques, dont le plan d'eau s'est élevé, à mesure que l'homme en exhaussait les berges, de plusieurs mètres au-dessus de la plaine. Survienne une crue ou une rupture de digue et c'est le cataclysme. En 1887, 3.107.830 hectares furent recouverts dans la seule province du Honan.

Au premier plan, les habitations groupées sur une légère crête ou sur le glacis de la digue baignent déjà dans le flot qui les emportera peut-être.

J.-Y. CLAEYS.

Indochine. — Tonkin. Région de Phu-Lang-Thong. Inondations. (*Ci-contre.*)

Le delta du Fleuve Rouge est tous les ans gonflé d'eau vers les mois de juillet et d'août. Comme en Chine, dès les temps légendaires, le symbole des mythes et croyances populaires nous apprend que l'homme luttait contre la submersion de ses biens en déplaçant des masses de terres inouïes afin d'endiguer le cours des grands fleuves redoutés.

Cette domestication de la nature se complétait par la construction de canaux généralement élevés entre deux talus et de barrages dont le système retenait, pour la distribuer en temps opportun, l'irrigation bienfaisante.

Mais la nature lutte pour sa liberté. Le socle des canaux et des fleuves s'exhausse en certains points par dépôts alluvionnaires, le lit en devient insuffisant, des termitières minent insidieusement les levées de terre et la crue, augmentée du déluge des typhons, fait le reste. Elle déborde le talus et crève le rempart.

C'est vers le tiers supérieur de cette vue aérienne que la digue a cédé. Le curieux compartimentage des casiers de rizières, dont chacun forme un plan strictement horizontal, donne au moment de l'inondation, ici bénigne, le tracé des courbes de niveau d'une étrange topographie soulignée par les dignettes façonnées à la main motte par motte.

Dans le haut de la photographie une route traverse perpendiculairement le canal au droit d'une écluse construite sur un bras de croisement. Aussitôt après, la route plonge, vers l'est, sous le plan d'eau provisoire de l'inondation.

J.-Y. CLAEYS.

L'influence du milieu sur la structure agraire, sur la forme des champs et leur partage semble tout d'abord évidente. Ces bandes allongées, perpendiculaires à la lisière de la forêt, sont les champs répartis au fur et à mesure du défrichement, de l'avancée des hommes sur les bois. Chacun reçoit une part prolongeant celle qu'il exploite déjà et la progression sur ce front naturel se fait en allongeant chaque bande de terre cultivable. Aussi les champs d'une ancienne installation de clairière forment un réseau rayonnant de sorte que chaque ligne de partage des champs partant du centre se trouve toujours perpendiculaire à la forêt. Tout autrement se présente l'aménagement des pentes où les terrasses suivent les courbes de niveau et plus différentes encore seront les cultures des régions désertiques où la recherche de l'eau domine tous les soucis d'implantation et de répartition équitable.

Cette importance du rôle de l'eau se présente sous différentes formes dans de très nombreux pays. Ces énormes digues qui ressortent au milieu des eaux sont l'œuvre des populations de Chine et d'Indochine qui ont tenté, au cours des siècles précédents, de contenir les grands fleuves asiatiques dont les inondations ravagent régulièrement des contrées entières. Le drame de la lutte contre les éléments prend ici dans la vision aérienne des proportions impressionnantes au moment où l'effort des travailleurs patients est anéanti par le flot qui l'a surmonté. Ailleurs, les irrigations, dont, au sol, seul l'initié saisit l'organisation complexe, apparaissent d'un seul coup dans leur système complet à l'aviateur qui se penche sur les cultures. Dans les pays défavorisés du Sahara, des lignes de trous sillonnant le sable jalonnent le tracé des canalisations souterraines qui amènent l'eau à des dizaines de kilomètres des puits d'origine, montrant dans ce domaine une science peut-être jamais égalée jusqu'à ce jour.

Ces facteurs naturels vont-ils nous donner les explications de tous les aspects de l'aménagement du sol qui se dessinent au-dessous de nous dans ces voyages aériens? Trois itinéraires en France vont nous montrer le problème sous un angle bien différent. Partant du nord inclinons successivement notre route vers l'est, le sud et l'ouest, pour retrouver ces types de paysages si tranchés, si souvent étudiés par les agronomes, les géographes et les historiens, dont les oppositions vont ressortir avec une clarté nouvelle, étant données les facilités de comparaison.

Ces longues lanières coupées seulement par les chemins ou ces damiers de champs sans aucune clôture pour souligner leurs limites vont disparaître brusquement en avançant vers le sud pour faire place, en quelques minutes de vol, à des champs irréguliers cernés par des haies qui donnent l'image d'un tout autre genre de vie. Or, on a montré que ces pays de « champs ouverts » du nord ne s'arrêtaient pas à une limite géographique, mais semblaient correspondre à la zone d'expansion des populations venues de l'est et du nord, que leurs usages portaient à imposer cette structure agraire. D'autre part ces populations devenues sédentaires fuyaient de nouveau devant d'autres envahisseurs et revenaient parfois, après de longues absences, pour retrouver un pays en friche qu'ils redistribuaient en le coupant en champs allongés sans clôture. Ainsi pouvaient se maintenir des

pratiques communautaires telles que l'obligation de pratiquer certaines cultures à des dates déterminées ou la liberté de faire paître les troupeaux sur tous les champs de la commune, sans distinction de propriétaires, au moment où il est imposé de les laisser en herbages. C'est ce qu'on a appelé le droit de «vaine pâture». Entre communes différentes existaient même d'autres coutumes consistant à laisser passer les troupeaux d'un groupe social sur le territoire de l'autre; c'était le droit de «libre parcours». Ainsi comprend-on mieux la raison de ces grands espaces dégagés.

Au contraire, les pays de «champs clos» du centre et du sud nous donnent une impression de variété, de compartimentage. Chaque parcelle bordée de haies semble avoir une individualité. L'ensemble révèle des pratiques de répartition du sol et des techniques agricoles toutes différentes, qui correspondent aux coutumes de populations d'une autre origine. D'un côté les soucis communautaires sont dominant et de l'autre l'intégrité de la cellule familiale est préservée avant tout. Dans un cas comme dans l'autre le dessin des formes des institutions sociales s'inscrit dans les divisions agraires et se présente à l'aviateur comme un livre ouvert qu'il doit apprendre à déchiffrer. Il en sera ainsi dans bien d'autres parties du monde. Nous l'avons vu déjà pour l'Afrique et nous le retrouvons en Asie où le partage des rizières, par exemple, nous donne les mêmes ouvertures sur la vie intime des groupes qui les cultivent. A chaque fois, l'influence du milieu et le facteur social jouent concurremment pour éclairer l'homme de l'air qui se penche sur le champ de travail de frères inconnus.

La répartition de l'habitat. — L'habitat de l'homme ne marque pas moins la terre que son travail et les mêmes questions d'influence du milieu et d'expression des institutions sociales vont se poser au moment où nous voudrions, bénéficiant de notre vision verticale, expliquer sa répartition. Les maisons de l'oasis regroupées autour d'un point d'eau dans une zone désertique, le petit village de marins au fond d'une crique, le village indochinois bâti sur une butte, les hameaux et les maisons dispersées sur la pente ensoleillée d'une vallée des Alpes en face de la pente ombragée trop froide que l'homme redoute, sont des signes de l'influence du milieu. La recherche de richesses naturelles, le besoin de protection contre le vent, les eaux, les animaux sauvages sont encore d'autres facteurs naturels qui peuvent nous servir à interpréter la vue aérienne sur laquelle ressortent à chaque instant des problèmes nouveaux. Nous n'allons pas d'un seul coup y trouver des solutions, mais nous disposons de ce tableau vivant et complet et constamment à jour, qui nous permet d'aborder le travail sous un angle beaucoup plus large qu'auparavant avec de simples cartes à une échelle trop petite, donnant bien moins de détails et datant souvent d'une époque trop ancienne.

Entre les divers groupes d'habitats nous voyons se tisser le réseau des échanges, par les fleuves, les routes et les chemins. Ces voies de communication jouent à leur tour un rôle considérable sur la situation et la forme des villages. Des villages étapes, des villages marchés naissent aux croisements des chemins

et d'autres changent d'aspect sous l'influence d'une route nouvelle. Les chemins desservant les cultures, les routes conduisant à la ville, sont autant de facteurs qui relient la forme de l'habitat aux conditions économiques et sociales, à la structure agraire et au commerce ou à l'industrie.

Par suite de ces causes diverses nous voyons apparaître des habitats de formes extrêmement variées. Des villages sont groupés, soit compacts, de forme circulaire comme cette oasis marocaine, ou en demi-lune comme ce village indochinois, soit étoilés, comme ces bourgades de clairière de France ou d'Allemagne, soit allongés, comme tel village rhénan dont les maisons collent à la route. D'autres sont fractionnés en hameaux, « écarts », groupes de maisons d'importances diverses, répandues dans la campagne suivant les besoins des cultures, les possibilités de communication, les avantages locaux de toute sorte. Ailleurs encore l'habitat est totalement dispersé, comme le montrent les vues aériennes de Bretagne et ces paysages de montagne où les habitats secondaires servant aux pasteurs sont égrenés sur les pentes jusqu'à plus de 2000 mètres d'altitude, même dans les régions européennes. Cette dispersion se constate également dans ces zones de vergers, de culture maraîchère, où les préoccupations économiques, le genre de travail et le souci de surveillance obligent à l'éparpillement.

Dans cette répartition de l'habitat, comme dans la forme des structures agraires, nous nous trouvons à la rencontre des explications géographiques, économiques et sociales. C'est ainsi que les pays de régime communautaire des « champs ouverts » sont des zones d'habitat groupé, où les hommes vivent plus proches les uns des autres, et les pays de bocages plus souvent des zones d'habitat dispersé suivant les besoins économiques liés aux systèmes des clôtures et aux goûts d'indépendance des populations. De même les divisions de villages en hameaux ou en quartiers font ressortir, dans la vision aérienne, la structure sociale du groupe, elle-même fonction de l'organisation de son travail. L'exploitation agricole isolée, soit de petite dimension, tenue par une famille, soit de proportion plus importante, grosse ferme employant des ouvriers agricoles, prend sa place dans le paysage par rapport au noyau central du village où se déroule la vie administrative, où se font les échanges, où existent les occasions de loisir. Le repérage dans une même commune des Basses-Pyrénées par exemple de ses divers genres de maisons et de bâtiments publics, de la division des quartiers, de la place des biens communaux, de circulation des chemins et des routes, des lieux de culte, emplacements réservés aux loisirs et aux fêtes, n'est-il pas la meilleure introduction à une étude sérieuse de la vie d'un groupe dans son cadre naturel en fonction de ses aspirations ?

Il serait possible de pousser plus loin encore, au moyen des vues aériennes, notre investigation dans la vie intime d'une population. Le plan, nous

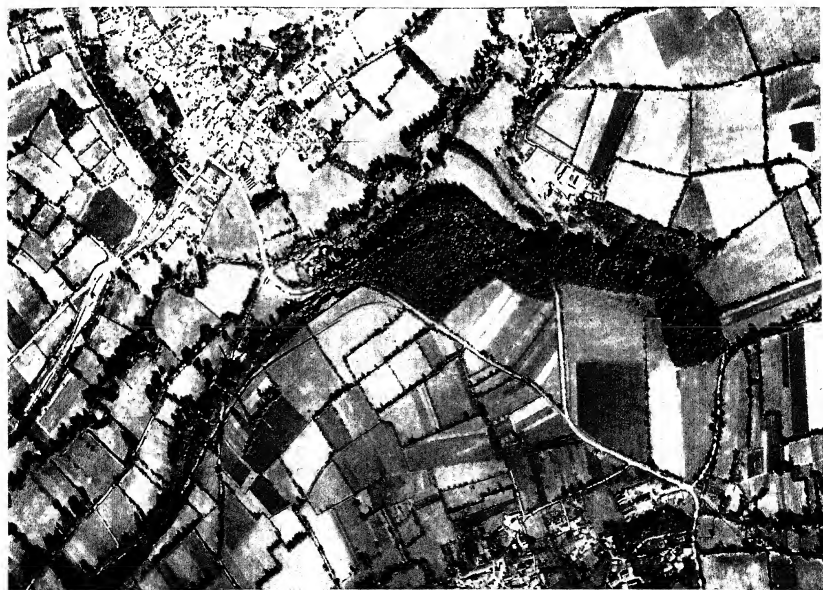
Contre : Région de Niort (Deux-Sèvres). Pays de « champs clos ». A l'opposé des pays de « champs ouverts » du nord, les champs sont entourés de haies. L'habitat est fractionné, autour d'un noyau central, en hameaux et écarts que l'on distingue ici au milieu des arbres.



Photos Ministère des Travaux Publics. I. G. N.

Champs en lanières dans le Sundgau (Haut-Rhin)
entre Ferrette et Hirsingue. Village groupé au
milieu des arbres fruitiers.

Région de Niort (Deux-Sèvres).





Swissair photo.

Kalberweid, Eriswil, v. nord 3000 mètres. Parcelles de cultures en montagne. Les effets de lumière soulignent les différences de terrains et de nature des plantations. L'habitat est dispersé au milieu des pâtures, des champs de céréales, des arbres fruitiers.



Photo Aérienne militaire d'Indochine.

Plaine du Thanh-Hoa (Nord Annam).

Cette vue aérienne donne une image typique du terroir annamite dans les deltas du Tonkin et du Nord-Annam. Le village (Hac Oa) est installé sur le flanc d'une butte. On distingue les bâtiments familiaux (habitation, cuisine, étable parfois) donnant sur une cour entourée d'une haie, quelques arbres fruitiers ou à bois d'œuvre soigneusement conservés. En dehors de l'agglomération, la colline ne porte qu'un pâturage maigre et des broussailles utilisées comme combustible. Au sud, extrémité d'une autre colline couverte de champs en gradins portant des cultures sèches (patates, manioc, haricots et doliques, etc.). Dans l'angle nord-est, rochers de calcaire dur et dénudé, émergeant de la plaine alluviale. Cette plaine est entièrement couverte de champs. Le morcellement de la propriété répond à la forte densité de la population : près de 500 habitants au km². Les champs noirs, au pied du village et le long de la route sont les pépinières où le riz a été semé et où il forme un tapis serré, d'un beau vert, avant le repiquage. Dans le reste de la plaine, les teintes plus ou moins foncées des différents lopins trahissent l'état de la culture : champs inondés, champs labourés, champs déjà repiqués où le riz achèvera sa croissance. Un étang entre les deux principales collines. A l'ouest, route « mandarine ». Petite agglomération (boutiques, auberges) à la bifurcation du chemin conduisant au village. Au nord de ce chemin, le marché, avec l'alignement de ses fragiles abris (le marché, fréquenté généralement tous les 5 ou 10 jours, est toujours en dehors du village).

Charles ROBEUAIN.

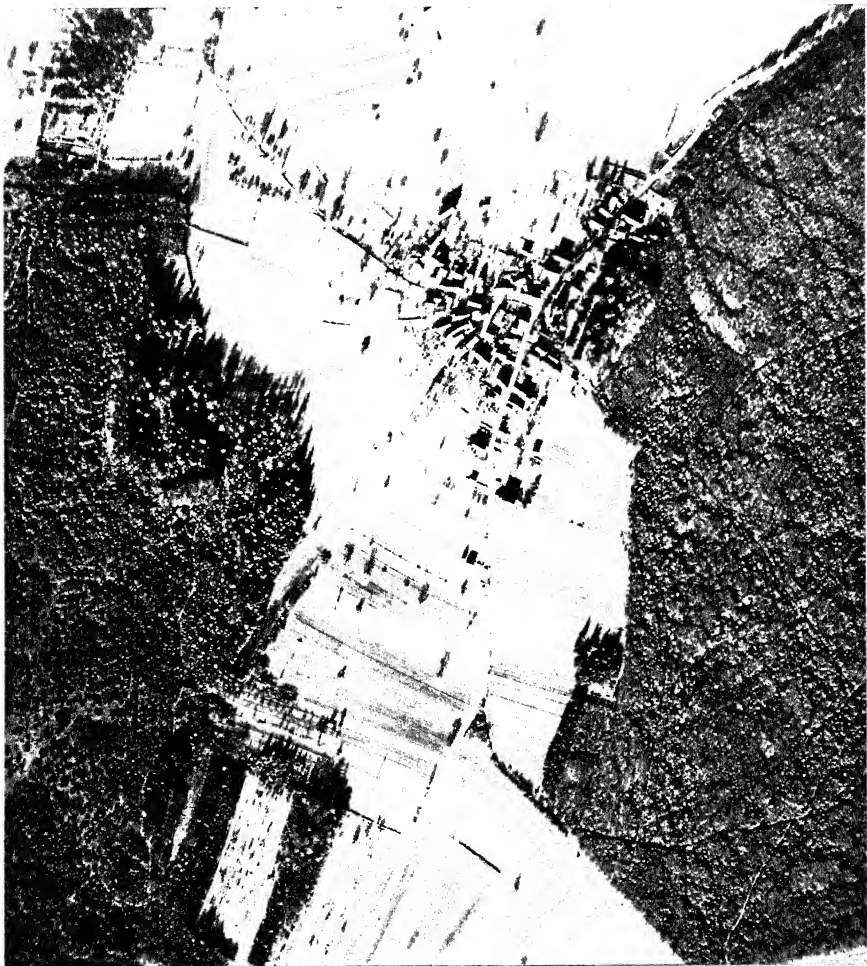


Photo Armée de l'Air - 33^{me} Escadre. Coll. Musée de l'Homme.

Village du Lac Sauvín, près d'Arcy-sur-Cure (Yonne). Vue prise à 1500 mètres en janvier à 14 h. 30 (heure locale) par l'Armée de l'air pour les études du Musée de l'Homme. Petite agglomération groupée et défrichement de clairière. Remarquer les champs rayonnants partant du village. Leur ligne de partage est presque partout perpendiculaire à la lisière de la forêt.



Photo Armée de l'Air - 33^{ème} Escadre. Coll. Musée de l'Homme.

Aine (Maroc). Habitat groupé de région désertique. L'aspect compact des bâtiments, la forme circulaire de l'agglomération mettent en relief le besoin de protection et de vie groupée dans un pays difficile. Sur la gauche, on distingue le début des cultures.



Photo Armée de l'Air - 53me Escadre. Coll. Musée de l'Homme.

Castellane (Basses-Alpes).

Un très ancien site urbain méditerranéen : Castellane (Basses-Alpes). Sur les bords du Verdon, un peu à l'écart des violences de celui-ci, la ville s'est installée, commandant une zone de passage qui fut parcourue, au cours des siècles, par les invasions, les armées et les marchands. Tour à tour florissante, assiégée, incendiée, détruite par les hommes ou les crues du fleuve, la ville changea à plusieurs reprises d'emplacement. Née dans la plaine, elle se réfugia, au moyen âge, sur le *Roc* (dont on voit l'ombre ici, à droite) ; c'est là que s'éleva le château qui valut son nom à Castellane. Puis, après la disparition des Sarrasins, la ville redescendit dans la plaine, s'entourant d'importantes fortifications ; les maisons n'occupent pas tout l'espace qu'enserrent celles-ci, mais elles s'agglutinent en bloc, dans la partie basse, laissant à peine d'étroites fentes pour les ruelles. Autour de la ville (où se sont développées diverses activités artisanales et industrielles) on peut observer la rencontre des deux types de cultures méditerranéennes : cultures sèches sur les petites terrasses des versants montagneux (abandonnées aujourd'hui en partie), cultures d'irrigation dans la vallée, avec arbres fruitiers et jardinage minutieux.

Mariel JEAN-BRUNHES DELAMARRE et Pierre DEFFONTAINES.

l'avons déjà vu à propos des villages africains, a une valeur symbolique. Nous retrouverons, dans toutes les régions du monde, le tracé d'un village lié à des figures mythiques, que ce soit le dragon indochinois ou l'ancêtre calédonien. Nous le trouvons également lié à une conception du monde en rapport avec des croyances, des coutumes, des institutions sociales. Aux formes du relief, aux détails du sol, à la présence de buttes et de pierres prenant un caractère sacré, à la direction des eaux, à la nature de la végétation se rattachent des légendes et des pratiques religieuses. L'orientation des cultures, de l'habitat, des monuments, des tombes souligne l'importance attachée par une population à la situation des objets proches par rapport aux étoiles, au soleil, à la mer, aux montagnes. Aussi leur rattachement à l'univers dans une cosmogonie qui leur est propre apparaît-il dans l'image de la terre aménagée par eux suivant leurs traditions et leurs croyances qu'ils offrent à l'aviateur qui les survole.

A chaque étape de l'évolution des rapports entre l'homme et le sol nous retrouvons ces relations profondes entre les facteurs naturels et les facteurs sociaux. Les géographes insistent surtout sur l'influence prépondérante des premiers, les historiens au contraire voient principalement l'influence des institutions et des coutumes sur les aménagements du sol. Il est facile de comprendre que chacune de ces deux écoles a sa part de vérité, mais il est souvent difficile de délimiter, dans tel ou tel cas, l'importance particulière des explications de l'une ou de l'autre. Les vues aériennes permettent souvent de les départager, en apportant des éléments de jugement plus précis, plus neufs et plus complets. Ainsi l'examen des photographies des pays de « champs clos », et de « champs ouverts » du sud et du nord de la France, sur lesquelles nous sommes revenus plusieurs fois, peuvent servir à éclairer ce problème complexe de la composition de la nation française dont nous voyons apparaître les tendances diverses profondes et les attaches lointaines dans la forme des structures agraires et de la répartition de l'habitat liée à ces structures.

LA TRANSFORMATION INDUSTRIELLE

Constantes et faits nouveaux. — L'avènement de la machine, utilisée sur une grande échelle dans nos sociétés actuelles, va-t-elle nous faire apparaître sous un angle entièrement neuf, dans la vision aérienne, les rapports entre l'homme et le milieu naturel ? L'efficacité des moyens employés va-t-elle donner au facteur humain une importance telle que l'influence du milieu naturel va disparaître presque entièrement ? L'homme doté d'instruments perfectionnés va-t-il non seulement faire l'histoire, mais aussi, dans une certaine mesure, faire la géographie, au moins locale ou régionale ? La vue des immenses travaux qui surgissent partout dans les pays industrialisés, les dimensions des surfaces couvertes par les constructions humaines pourraient le faire croire à première vue. Cependant, où voyons-nous surgir cette usine, dans quelle région voyons-nous apparaître ces agglomérations énormes, ces concentrations de groupes industriels, sinon dans

les endroits géographiquement favorables? La découverte de produits nouveaux dans le sous-sol et de moyens nouveaux de les exploiter et de les employer oriente les implantations humaines dont nous suivons, dans la vision aérienne, le développement sur des espaces de plus en plus larges. Nous voyons à une échelle différente peut-être, mais avec des formes voisines, la progression de l'homme sur la forêt qu'il finit par domestiquer, même dans certaines régions équatoriales où elle a gardé jusqu'ici son empire. Nous suivons de haut l'aménagement de défense contre la mer et les inondations du fleuve. Nous voyons naître les installations de houillères, d'industries, d'extraction de pétrole, de mines de potasse et les cités temporaires ou permanentes qui abritent les travailleurs. Toujours et partout nous voyons l'homme rechercher des terres qui conviennent à ses besoins et à son mode de vie.

Il semble bien que certains groupes humains, constituant ce que nous avons appelé le monde occidental, dominé principalement jusqu'à nos jours par la race blanche, soient ceux que nous voyons utiliser la machine et porter avec elle leurs institutions sociales sur les points du globe qui sont géographiquement aptes à les recevoir. Un parcours aérien des terres colonisées ne nous montre-t-il pas simplement la migration d'une société déterminée, obéissant à des lois, semblables à celles que nous avons reconnues jusqu'à ce jour?

Ces lignes droites des voies ferrées et des routes qui coupent la campagne, ce nœud de communications aux fils enchevêtrés, qui tiennent une place si grande dans les points de repère donnés aux aviateurs, ne nous font-ils pas toucher, cependant, un fait central et entièrement nouveau? Les masses humaines se déplacent à un rythme différent et l'aviateur en prend conscience, non seulement parce que lui-même bénéficie particulièrement de cette facilité de mouvement, mais parce que, sous lui, il voit les échanges se faire à un rythme accéléré, parce qu'il voit la place de plus en plus grande occupée dans le paysage par les activités de transport.

L'apparition des points d'attraction nouveaux et le rythme rapide de la vie moderne sont des exemples du développement du machinisme qui nous permettent de mieux saisir l'influence des techniques industrielles sur la société et de déceler les problèmes d'adaptation qu'elles font surgir. Se posant la question de l'avenir du machinisme, un auteur français, M. Fromont, dans des travaux récents faisait remarquer que « chaque technique ne peut être utilisée d'une façon avantageuse que dans un certain cadre, avec une certaine structure sociale. Il doit donc y avoir nécessairement adaptation soit de la structure économique et sociale à la technique, soit de la technique à la structure ».¹ C'est exactement ce qui va ressortir de l'examen des vues aériennes des rapports entre les structures agraires, les transformations industrielles et les formes de vie sociale dans les pays industrialisés. Poursuivant notre découverte nous allons, grâce à la vision verticale, saisir des déviations dans l'évolution rapide qui se fait sous nos yeux et, dans certains cas, contribuer à la recherche des remèdes à y apporter. La géogra-

¹ Fromont, *Cours d'économie rurale*, Paris 1946, p. 240.

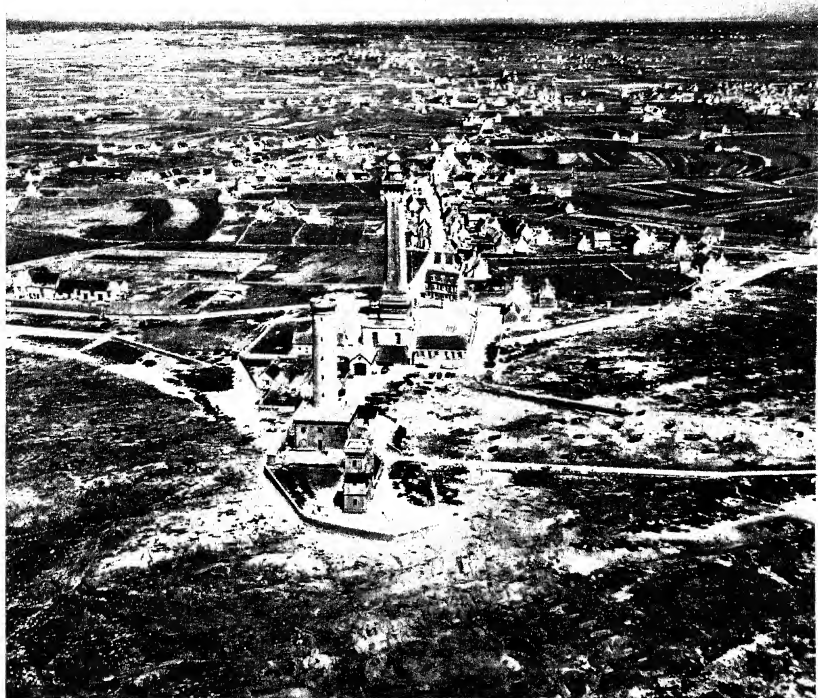


Photo Armée de l'Air - 33me Escadre.

La pointe de Penmarch (Finistère).

Une des pointes les plus extrêmes de l'Ancien Monde : la pointe de Penmarch (Finistère). Sur cette « extrémité du monde », usée et aplanie par l'érosion, attaquée sans répit par l'Océan, s'éparpillent les petites maisons bretonnes, au pignon blanc, posées sur le sol comme un vol de mouettes. La plupart des fenêtres regardent vers le sud; les façades exposées aux violences du *suroid* ou aux grains et rafales du *noroit* sont souvent aveugles. Densité des maisons et des petits champs en lanières, presque tous sans clôture : cette pointe maritime est un pays d'agriculteurs qui fait partie de la « ceinture dorée » de Bretagne, où les primeurs (ici surtout des pommes de terre) bénéficient du climat et des richesses océaniques; on aperçoit à la lisière entre mer et terre, le *goémon* qui servira d'engrais. Près du phare d'Eckmühl, qui dresse sa verticale à 60 m. au-dessus du niveau des plus hautes mers, se sont agglomérées quelques habitations; l'installation portuaire est rudimentaire. Ce bord de mer est un pays de cultivateurs beaucoup plus que de marins.

Mariel JEAN-BRUNHES DELAMARRE et Pierre DEFFONTAINES.



Swissair Photo.

Andermatt (Suisse). Au-dessus du village de montagne les chalets vivement éclairés se détachent sur les pentes sombres couvertes de pâtures, où se dessinent les formes des nuages.



Cl. Aéronautique militaire d'Indochine, pris par J.-Y. Claeys.

Indochine. Villages et rizières du delta tonkinois.

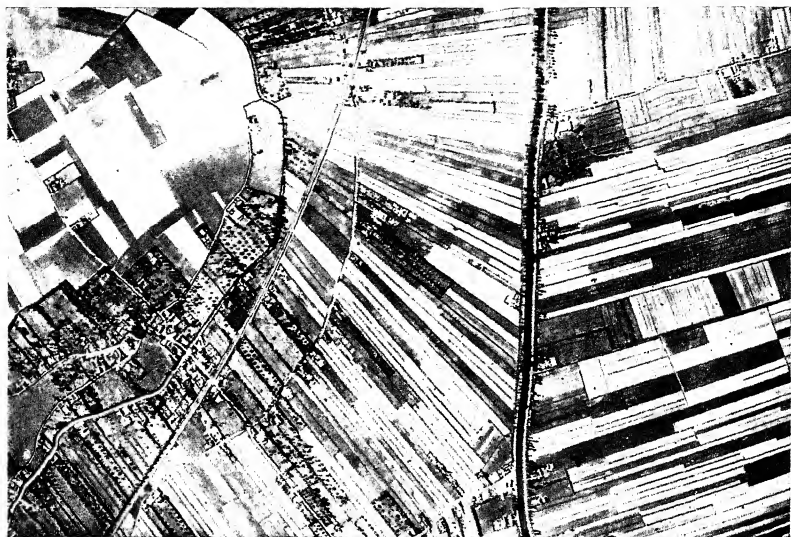
A 500 kilomètres de la mer le Fleuve Rouge n'est qu'à 76 mètres d'altitude. C'est dire que l'immense delta tonkinois s'étale suivant un plan de dénivellation imperceptible. L'eau, en s'écoulant, trace de multiples circonvolutions. L'homme, dès les temps légendaires, a tenté de domestiquer le fleuve par l'établissement de digues. Villages et rizières, pour occuper les points hauts, se sont installés au long de courbes de niveau équidistantes parfois de quelques centimètres. L'irrigation fertilisante emplit ces casiers par gravité comme des vasques successives. L'inondation les submerge tour à tour et les rives de ces mouvements alternés et saisonniers déterminent un cadastrage en manteau d'arlequin.

Or, la règle de la Communauté annamite exige un partage équitable des biens entre tous les ressortissants du village. Un certain nombre de lots est réservé à l'entretien du culte du Génie tutélaire.

Les notables du village de Dinh-Bang, dans la province de Bac-Ninh, sous l'impulsion d'un ancien métreur des Travaux Publics, ont un jour décidé de partager géométriquement leur domaine communal. La répartition des lots ainsi délimités est attribuée par roulement. On voit ici à gauche le carroyage des rizières se superposant à l'ancien tracé méandrique. Chaque carré représente un « mǎu », mesure locale de 3600 mètres carrés. Il y a pour cette commune 1600 « mǎu », un peu plus qu'il est nécessaire pour le nombre d'inscrits.

Entre les deux villages, le temple dynastique des LY (1009 à 1225) limité par une enceinte en demi-lune enveloppant une pièce d'eau. Il est ombragé par des banians séculaires peuplés de génies.

J.-Y. CLAEYS.



Rumingham (Pas-de-Calais).

Photos Min. Travaux Publiés, I. G. N.

Boursin (Pas-de-Calais).



phie industrielle, l'économie, la sociologie bénéficient à leur tour des avantages de la découverte aérienne.

Transformations agraires. — Le monde rural profite largement de ces moyens nouveaux de prospection. Tous les exemples d'aménagement du sol en vue de la protection et du développement des cultures, tels que les « foggaras » arabes et les digues du Tonkin, sont maintenant dépassés par les grands travaux d'assèchement ou d'irrigation entrepris avec des moyens industriels. Sans parler de la région des Landes en France où, en ce moment même, se poursuivent encore des travaux utilisant la photographie aérienne pour préciser les plans d'assainissement agraire, les vues du Zuydersee, par exemple, nous montrent les dimensions de l'effort de reconquête des terres sur la mer envahissante. Seuls les moyens modernes peuvent permettre d'achever entièrement cette œuvre entreprise par les générations qui ont fourni un travail patient pour survivre dans un pays défavorisé, et la vision aérienne nous donne de cette victoire une vue plus saisissante que celle que nous aurions jamais pu rêver à terre auparavant.

Sur un autre continent les vues aériennes révèlent aux agriculteurs américains des phénomènes d'érosion dont ils n'avaient pas jusqu'ici soupçonné l'importance. Le gouvernement des Etats-Unis utilise systématiquement les prospections aériennes pour déceler les terres sur lesquelles se manifestent les premiers symptômes, les taches sombres de zones marécageuses, les traînées blanchâtres de ruissellement, les taches claires sur les terres meubles provoquées par l'action du vent ¹.

¹ Un exemple, pris en France, peut permettre de juger de l'importance du travail à accomplir dans un domaine voisin. « Il y a dans les pays de la Garonne un problème plus important que tous les autres, un problème n° 1 : c'est celui des zones où la vie agricole se retire progressivement, la population quitte les villages et les terres tombent en friche... A notre avis, il y a lieu de déterminer des périmètres à l'intérieur desquels on constate manifestement cette dégénérescence... Dans ces périmètres les pouvoirs publics imposeront aux agriculteurs des systèmes de culture appropriée après étude des services agricoles régionaux... » (Jean Chombart de Lauwe, *Bretagne et Pays de la Garonne*. Centre national d'informations économiques, Paris, 1946.)

Les photos ci-contre montrent les différences du milieu naturel accentuées par l'exploitation intensive du sol par l'homme. Village de Ruminghem (Pas-de-Calais). Au nord de la Flandre maritime (région des « wateringues »), habitat dispersé le long des canaux d'assainissement, parcelles de cultures allongées entre les « watergangs ». Au sud, promontoire et pentes septentrionales du Haut-Boulonnais (Artois) avec une tendance très nette à l'abandon de l'habitat dispersé (voir photo suivante) pour le village groupé. Les parcelles de cultures sont plus massives. Les parcelles de couleur claire ayant porté des céréales sont déchaumées; celles de couleur foncée portent des betteraves sucrières. Remarquer aussi aux abords de Ruminghem et des exploitations dispersées, les prairies naturelles, closes de haies vives, contrastant avec les champs ouverts voisins. Enfin, à cheval sur les deux régions et à l'abri des vents dominants du sud-ouest, des prés vergers plantés de pommiers à couteau et de gros cerisiers.

Village de Boursin (Pas-de-Calais) au sud de la photo. A l'ouest le Bas-Boulonnais riche en eaux, avec son habitat dispersé, ses nombreux herbages (80% de la surface visible), clos de haies vives et quelques prés vergers plantés de pommiers à cidre. A l'est, le Haut-Boulonnais, ou prolongement occidental des collines d'Artois, avec ses terres de cultures soumises à l'assolement triennal. Il n'y a presque plus de prairies naturelles, mais beaucoup de chaumes de céréales et quelques prairies artificielles (parcelles de couleur foncée au coin sud-est du cliché). Remarquer la forme plus allongée des parcelles suivant les courbes de niveau, la présence de talus bordés de haies retenant les terres et la plus ou moins grande profondeur du sol arable reposant sur la craie, d'après la teinte plus ou moins foncée.

Jean LAVOINE, ingénieur en chef des Services agricoles.

En dehors de la conquête des terres cultivables et de leur défense, la photographie aérienne sert encore à découvrir de nouveaux procédés de contrôle et d'amélioration techniques. La statistique agricole utilise les documents aériens pour repérer les parcelles des différentes cultures. Les méthodes employées varient selon les pays et se transforment chaque jour. En France le ministère de l'Agriculture commence à utiliser les documents aériens pour des sondages systématiques. Aux Etats-Unis ils sont exploités sur une très grande échelle pour établir des cartes de l'état des sols d'après leur degré de fertilité. On délimite ainsi les zones des sols les moins fertiles, qui seront abandonnées, et les autres zones sur lesquelles il faudra faire des efforts proportionnels à la valeur de la terre ¹.

L'action de l'Etat et des techniciens chargés de « diriger » l'agriculture est souvent orientée par la mise en évidence ou la délimitation exacte de faits économiques et sociaux qui appellent des réformes. Si, dans les pays de colonisation en plaine, il est possible, comme nous l'avons vu, de découper la terre en grandes parcelles faciles à cultiver, il n'en est pas de même dans les régions montagneuses ou dans les pays de vieilles civilisations dans lesquels il faut lutter contre les traditions. Les vues aériennes des pays de bocages où la terre est morcelée en petites propriétés ou des pays de champs ouverts dans lesquels les parcelles sont si nombreuses qu'elles apparaissent comme une marquerie sur le sol, permettent de juger des difficultés de la lutte contre le morcellement ou le parcellement excessifs. Toute action de regroupement des terres doit tenir compte des données fournies par ces documents (à condition de faire redresser les photographies) et facilement mis à jour par de nouvelles missions photographiques. Les Services du Cadastre et du Génie rural sont également intéressés par ces procédés de recherche ².

Les services gouvernementaux chargés de la délimitation des régions naturelles trouvent eux aussi dans les vues aériennes des documents indispensables pour leurs travaux. La géographie humaine dont nous avons montré précédemment quelques aspects donne, grâce à l'utilisation de l'avion, une vue beaucoup plus claire que précédemment de la diversité des problèmes qui se posent dans chacune des petites régions de France. Elle permet de voir comment les plans d'amélioration et de regroupement des terres peuvent se poser sous des formes particulières dans chacune d'entre elles.

C'est en observant l'aspect nouveau du sol et des structures agraires, dans cette agriculture plus ou moins dirigée suivant les pays, que nous pouvons prendre conscience des rapports nouveaux qui s'établissent entre le sol, les institutions et la vie humaine. Parfois, le rendement, facilité par une terre plate et riche, est

¹ Un exemple peut donner une idée de l'ingéniosité des procédés employés. L'imagination est ici en plein travail. Certains services ont découpé des vues aériennes suivant les contours des surfaces et ont pesé les morceaux de papier photographique ainsi obtenus. Les rapports entre les poids de ces morceaux sont proportionnels aux surfaces.

² En France, les vues aériennes ont été employées sur une grande échelle pour les travaux d'aménagements agraires, notamment dans les Landes. (Travaux de l'Inspecteur général Gatheron.) Les services du Cadastre les utilisent également d'une manière systématique, mais la description de leurs procédés serait trop longue à faire ici, dans ce chapitre qui n'a pas un caractère technique.



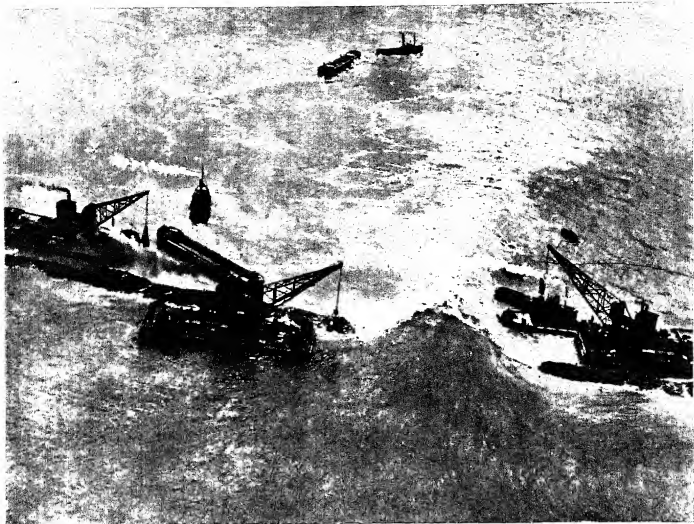
Swissair Photo.

Gothard Lucendro (Staumauer). Un exemple de vallée transformée par un barrage, montrant les changements d'aspect d'un paysage sous l'influence des aménagements industriels. Une nouvelle source d'énergie appelle l'habitat humain.

Zuydersee. L'homme dispute difficilement à l'eau les terres cultivables.

Photo Science et Vie.

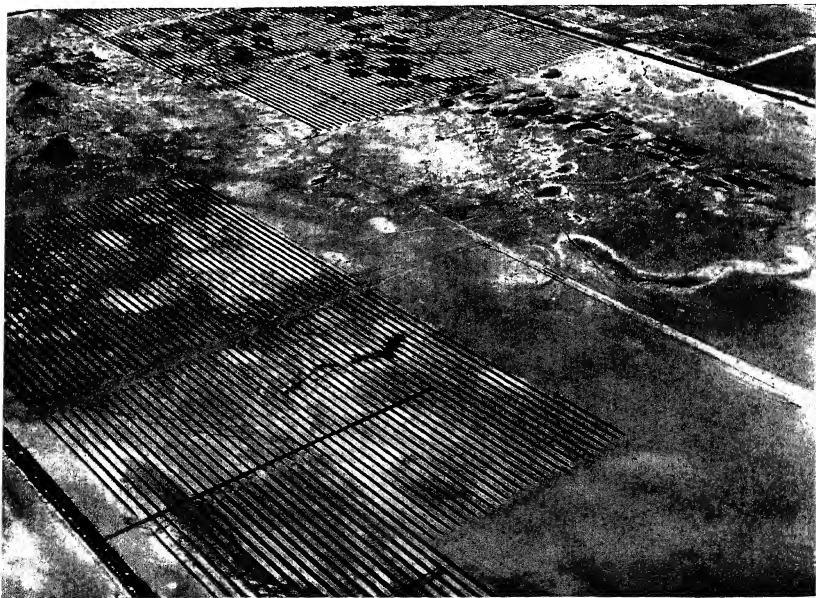




Zuydersee. Les moyens industriels ont été mis en œuvre pour évacuer l'eau. Les dernières opérations avant la fermeture des digues.

Photos K. L. M.

Zuydersee. L'aménagement du sol. Les réseaux de fossés ou polder. L'assainissement de la région se poursuit.



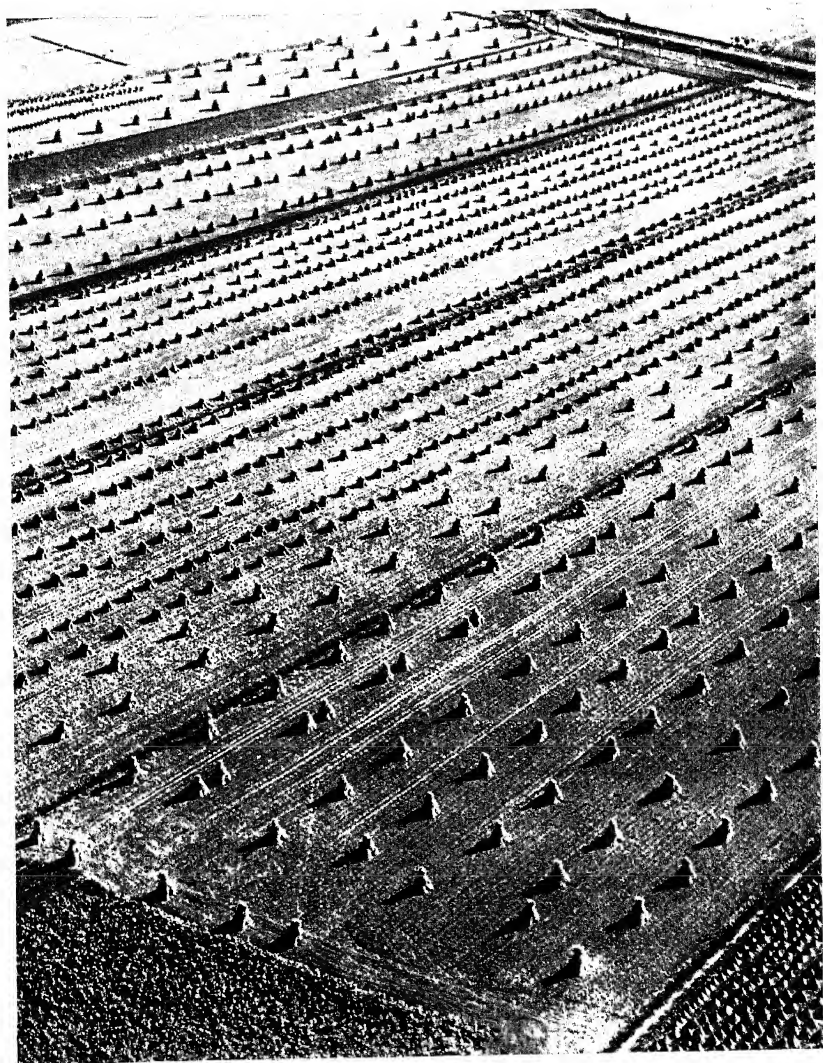


Photo K. L. M.

Les travaux d'aménagement sont terminés. L'homme récolte le prix de son travail. Ces énormes étendues conquises sur l'eau permettent le développement des cultures à grand rendement avec des moyens industriels.



Photos Soil Conservation, U. S. I. S.

Phénomènes d'érosion.

Ferme de la Caroline du Sud (U.S.A.).





Photo Commission de la Vallée du Tennessee.

Dans la vallée du Tennessee.

Phénomènes d'érosion. Sur le versant de cette colline (en haut de la page ci-contre) qu'une exploitation désordonnée a dépouillée de sa couverture protectrice, les eaux de ruissellement ont entraîné la terre la plus riche et creusé de profonds ravinements qui apparaissent en trainées blanchâtres.

Une grande diversité de mesures pour la protection du sol est mise en œuvre dans cette ferme de la Caroline du Sud, aux Etats-Unis (bas de la page ci-contre). Les cultures en bandes alternées suivent les courbes de niveau. Le labourage n'est jamais fait dans le sens de la plus grande pente. Les travaux entrepris par la T.V.A. sur des milliers d'hectares ont eu pour but de régulariser le cours des eaux et de rendre au sol sa fertilité, depuis longtemps perdue. La photographie ci-dessus montre comment la protection contre l'érosion est ici assurée par des terrasses et des fossés qui arrêtent l'eau, la canalisent et la contiennent jusqu'à ce qu'elle soit absorbée par les cultures.



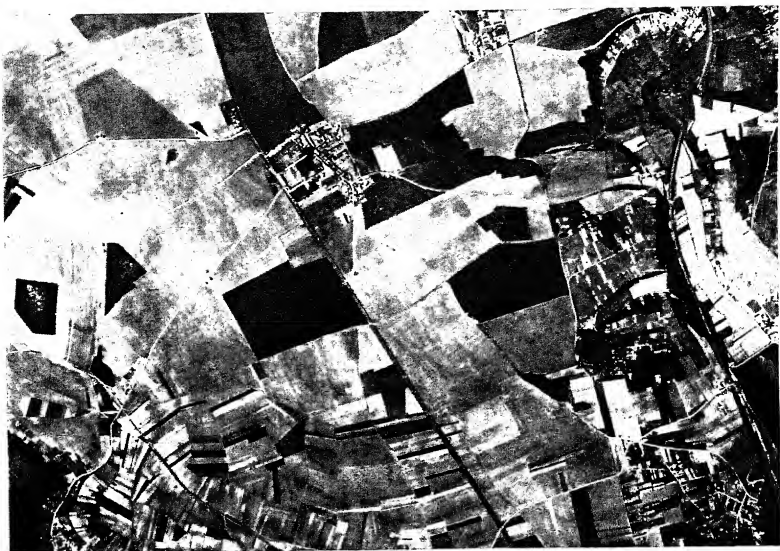
Photo Min. Travaux Publics, I. G. N.

saint-Benoît-sur-Loire et Sully (Loiret). Exemple
le parcellement mis en évidence par la photo-
graphie verticale.

Dans les pays de « champs ouverts » la division de la propriété en petites parcelles, souvent très éloignées les unes des autres, est un obstacle à l'amélioration des cultures.

L'ensemble des bâtiments que l'on voit au centre de la photographie en haut de la page ci-contre, représente une grosse ferme industrielle, dont les propriétaires ont racheté les terres environnantes pour les mettre en valeur avec des moyens perfectionnés. Solution économiquement rentable, mais ayant pour contre-partie le développement d'un prolétariat agricole. Les anciens petits exploitants sont partis ou s'engagent comme salariés.

La photographie ci-contre de petites propriétés agricoles près de Spanager (Seeland du Nord) montre comment des parcelles de dimensions suffisantes permettent d'éviter les inconvénients du parcellement exagéré.



Ferme de Puiseux-Pontoise (Seine-et-Oise). Une solution capitaliste du problème du regroupement des parcelles.

Photo Min. Travaux Publics, I. G. N.

Petites propriétés agricoles près de Spanager (Seeland du Nord).

Photo Service d'information du gouvernement danois.





Photo Armée de l'Air - 33me Escadre.

Les mines de potasse de Kouribga (Maroc). Un nouveau point d'attraction économique a fait naître une ville européenne en plein centre marocain. Sur la gauche, les bâtiments industriels d'où part la voie ferrée qui traverse en oblique tout le paysage et passe à côté de la piste d'atterrissage (en haut du cliché).

le seul souci dominant. La colonisation des terres aux Etats-Unis s'est ainsi effectuée en délimitant de grands carrés dont les angles droits se retrouvent encore dans le dessin des villes américaines. L'espacement des avenues d'une ville de plusieurs millions d'habitants correspond à celui des chemins qui desservait les anciennes parcelles régulièrement coupées suivant un plan rationnel. Ailleurs, les modifications d'un « remembrement » timide laissent voir une période de transition, de recherche, de déséquilibre, pendant laquelle les regroupements partiels par des exploitations capitalistes, telles que les grosses fermes de la région parisienne, donnent des solutions provisoires. Plus loin encore, dans les pays de régime collectiviste, tels que la Russie soviétique, les décisions de l'Etat ont permis l'établissement d'un système entièrement neuf, opérant une redistribution des terres dans les Sovkoses et les Kolkoses. A travers ces solutions multiples le monde moderne cherche les bases d'un établissement solide.

Habitat et orientations du machinisme. — Les points d'attraction nouveaux : ressources du sous-sol nécessaires pour l'industrie, nœuds de communication, sont mis en évidence dans la vision aérienne par la présence des grandes agglomérations urbaines dont le développement complexe sera étudié dans un autre chapitre. Mais dans le milieu rural même, nous voyons l'habitat évoluer en fonction de l'organisation nouvelle qui commande la structure agraire. Le dirigisme ne joue pas seulement sur la redistribution des parcelles et l'amélioration des techniques. Un « urbanisme rural » est nécessaire, dans lequel les vues aériennes jouent un rôle particulièrement important. Les enquêtes faites en France par le Centre des architectes ruraux, utilisant systématiquement les photographies verticales et obliques, ainsi que les reconnaissances à vue pour étudier les rapports entre l'habitat et les anciennes structures, de même que les possibilités de transformation, montrent tout l'avantage que l'on peut tirer de ces observations. La vue d'un village, prise sous l'angle favorable, en fait comprendre l'armature mieux que de longues études au sol. Au Danemark cette vue aérienne des maisons des petits exploitants montre, en liaison avec l'économie rurale, une solution toute différente de celle de cette grosse ferme dont les bâtiments se rassemblent autour d'une grande cour carrée. Cette grande exploitation capitaliste française dont nous parlions plus haut, s'oppose au village collectiviste de type kolkosien de l'Europe orientale. Les sociétés restent définies par leur structure dans la vision aérienne et nous délimitons encore leurs zones d'expansion à leur mode d'implantation sur le sol et aux possibilités géographiques des régions naturelles susceptibles de les recevoir.

* * *

Ainsi la vision aérienne nous fait prendre plus largement conscience de la nouvelle phase dans laquelle nous sommes entrés avec la civilisation de la machine. Dans quelle mesure le tableau qu'elle nous présente doit-il nous apporter satisfaction ou inquiétude ? Nous avons fait un pas immense en avant en trouvant les moyens de disposer de la terre avec une liberté plus grande.

Cependant, nous avons constaté sur les vues aériennes les marques d'erreurs techniques ou d'erreurs d'organisation dont l'échelle va croissant avec les perfectionnements modernes. La coupe trop hâtive d'une forêt ou l'extension inconsidérée de l'élevage du mouton, par exemple, ont pu entraîner des phénomènes d'érosion considérables. A l'heure actuelle, des destructions de végétation dues à la présence d'usines répandant des scories ou des gaz toxiques viennent s'ajouter aux précédentes. Le développement des cultures industrielles sur de vastes étendues de champs ouverts peut avoir aussi — nous l'avons vu à propos des Etats-Unis — des conséquences funestes, par suite de la facilité avec laquelle la terre est soumise à l'action du vent et des autres facteurs de désagrégation.

Mais le moyen d'investigation qui, d'en haut, nous permet de constater le mal, nous suggère parfois aussi des solutions, et nous pouvons espérer que la vision aérienne nous aidera dans l'avenir à parer à ces dangers. Elle contribuera de deux façons à les écarter. D'une part, le simple fait de délimiter exactement le phénomène nuisible est le plus sûr moyen de trouver les solutions pour l'enrayer. D'autre part, en nous faisant avancer dans la connaissance des milieux naturels dans lesquels se sont développées les civilisations, et en nous montrant quels rapports existent, ou ont existé, entre ces milieux naturels et l'organisation sociale, elle fait ressortir combien il est important, dans la conduite des hommes et dans l'aménagement des plans économiques, d'avoir une vue précise et large des conditions géographiques des régions que l'on veut mettre en valeur. N'est-ce pas le rôle du géographe d'apporter au sociologue et à l'homme politique des faits d'observation sûrement contrôlés, qui imposent des solutions simples aux théoriciens ? La nature du sol donne à toute société une infrastructure qui agit directement sur l'organisation des groupes. Tout système politique qui méconnaît la valeur de ces observations est voué à l'échec. Espérons que dans la société humaine qui s'élaborera un jour sur l'ensemble de la planète, la vision aérienne aura bénéficié de progrès suffisants pour contribuer, comme elle le devrait, à l'observation de ces faits simples et essentiels.

P. CHOMBART DE LAUWE.



Photo Trans-Canada Air Lines.

Exploitation agricole au Saskatchewan (Canada). La division de la terre cultivable en très grandes parcelles est à l'échelle des moyens modernes de travail. Il faut à la machine de grandes étendues pour obtenir un bon rendement. Dans les terres nouvellement occupées (méthode de colonisation), les nouveaux venus ont pris le parti de découper les surfaces du sol selon ces besoins modernes. Ailleurs, le regroupement des parcelles à cette échelle pose des problèmes qui ne peuvent plus être résolus que par l'intervention de l'Etat (solutions collectivistes des fermes d'Etat, solutions de redistribution des terres d'une manière rationnelle). De toutes façons la culture industrielle sur une aussi vaste échelle n'est possible que dans des pays naturellement favorisés.



Photo S. N. C. F.

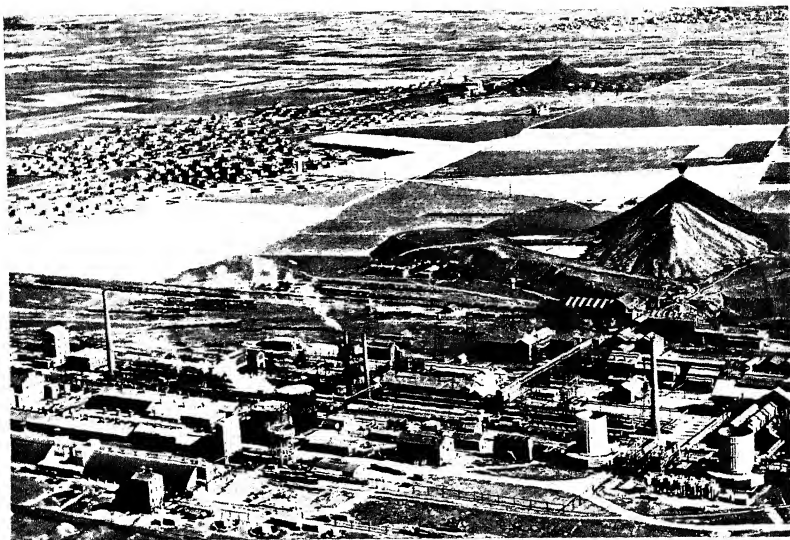
sy-le-See (Seine). Les voies ferrées forment ici
nœud vital de la circulation dans le monde
industriel, une cellule nerveuse de l'organisme so-
. La densité du réseau fait sentir l'intensité de la
ulation et des échanges, fait dominant dans la
actuelle.



Photo Aviation militaire Indochine.

Les charbonnages de Campha (Tonkin). Type de paysage indochinois transformé par la technique moderne. La vue est prise de la mer. Paysage de crêtes montagneuses alignées parallèlement au rivage. Dans les sédiments de l'ère secondaire (en général gréseux) se trouvent les bancs d'anhracite qui se poursuivent à l'ouest (à gauche de la photo) vers Hongay et Dongtrieu. Le charbon est souvent assez près de la surface pour qu'on puisse l'exploiter à ciel ouvert : de là les amphithéâtres dont les gradins s'étagent sur les pentes. Au-dessous de la minière, agglomération aux rues droites, créées par la Société des Charbonnages du Tonkin pour le logement de son personnel. En partie caché par l'aile de l'avion, l'un de ces rochers calcaires qui font le pittoresque de la baie d'Along. A gauche, cultures vivrières.

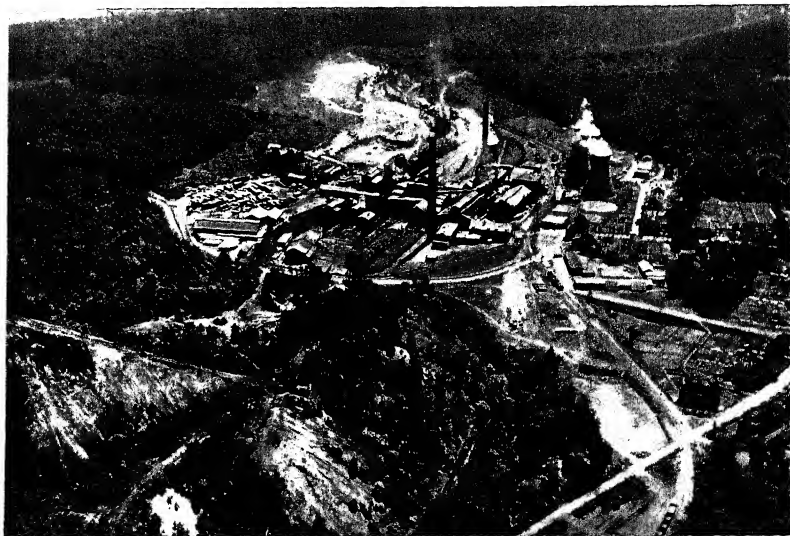
Charles ROBEQUAIN.



Photos L. P. V. A. Charbonnages de France.

Mazingarbe, groupe de Béthune (Pas-de-Calais). La richesse du sous-sol commande l'installation des usines. La main-d'œuvre est rassemblée en cités ouvrières dans des maisons de type standard. Le seul point d'attraction est la machine.

Houillères du bassin de Lorraine.



LA MARQUE DES CIVILISATIONS

LA VISION AÉRIENNE ET LES CIVILISATIONS DISPARUES

Dans les diverses régions du monde, l'emprise de l'homme sur la nature se manifeste par des réussites inégales. Cependant, sur un secteur de plus en plus large, des groupes humains semblent modeler la terre et construire artificiellement des paysages selon leur volonté. Des civilisations, aujourd'hui disparues, se sont définies par leurs méthodes d'implantation sur le sol, le mode de groupement de leur habitat, parfois par leur façon de disposer les emplacements de leurs cultes. Les traces qu'elles ont laissées, même lorsqu'elles paraissent totalement invisibles habituellement, se révèlent à la vue de l'aviateur ou sur les photographies prises d'avion. Cette particularité de la vision aérienne a déjà contribué à développer nos connaissances historiques et préhistoriques et elle trouve chaque jour de nouvelles applications.

Des civilisations, aujourd'hui disparues, se sont définies par leurs méthodes d'implantation sur le sol, le mode de groupement de leur habitat, parfois par leur façon de disposer les emplacements de leurs cultes. Les traces qu'elles ont laissées, même lorsqu'elles paraissent totalement invisibles habituellement, se révèlent à la vue de l'aviateur ou sur les photographies prises d'avion. Cette particularité de la vision aérienne a déjà contribué à développer nos connaissances historiques et préhistoriques et elle trouve chaque jour de nouvelles applications.

Nous ne parlons pas ici des monuments anciens bien conservés que la vision aérienne nous montre sous des angles nouveaux et variés, nous permettant d'en mieux étudier le plan et la structure. Regardons seulement les ruines et le sol plat sur lequel nous avons déjà vu se fixer, dans une écriture monumentale, l'histoire des édifices disparus et de ceux qui les ont construits, les traces de plus

en plus anciennes, de plus en plus effacées des civilisations qui se sont succédées et dont les vestiges se recourent dans des lignes enchevêtrées.

Sous le dessin actuel des champs, image de la structure agricole et, par elle, de la société qu'elle reflète, nous avons vu apparaître les traces d'anciens drainages, les marques des anciennes limites des cultures, tout le plan d'un système aujourd'hui abandonné. Au milieu des habitations d'une agglomération africaine, nous avons vu renaître la cité des anciens conquérants. Mais nous pouvons remonter beaucoup plus loin dans le temps; les vestiges des routes ou des constructions de l'Antiquité, même entièrement recouverts, vont réapparaître sur les clichés aériens. Les plans d'édifices datant de plusieurs milliers d'années, en Egypte ou en Orient, vont ainsi pouvoir être étudiés avec des précisions nouvelles. Et plus haut encore dans l'Histoire, nous allons découvrir les vestiges de stations lacustres, de Terramares, d'habitat divers, qui, à travers la protohistoire, vont nous faire remonter jusqu'à l'âge de la pierre où notre seul point de repère sera la chronologie des géologues. Les restes de l'homme sont alors si mêlés à la terre qu'ils font corps avec elle et que leur histoire devient la sienne. Dans quelle mesure le sol en garde-t-il des traces? Dans quelle mesure sont-elles perceptibles dans la vision aérienne?

Ci-contre : Citadelle des Hô (région de Thanh-Hoa, Indochine). Hô-Quy-Ly, général annamite, usurpa le pouvoir aux dépens des Trân en 1400. Mais sa dynastie ne dura que sept ans. Ayant préparé son coup d'Etat, il avait eu le temps, dès 1397, d'édifier une citadelle carrée de près d'un kilomètre de côté. Elle se situait dans le Thanh-Hoa, dans une région particulièrement bien desservie. Il y installa sa capitale. Cette enceinte abritait, à l'intérieur de ses hautes murailles ornées de portes à l'appareil cyclopéen, de nombreux temples et bâtiments. Ceux-ci furent rasés par les Chinois vainqueurs en 1406. Les murailles et leurs portes subsistent encore aujourd'hui.

Le voyageur, au sol, ne voit à l'intérieur de cette citadelle que des diguettes de rizières hautes de quelques décimètres au plus, semblables à celles auxquelles il est habitué en pays annamite. Par contre, et c'est là un témoignage parfait de l'efficacité de l'observation aérienne dans la recherche archéologique, l'aviateur constate avec émotion que ces diguettes, muettes au sol, décrivent exactement les plans des anciens palais des Hô.

On voit, à la croisée des axes, précédée semble-t-il d'une large avenue, l'entrée de l'enceinte intérieure de la « Cité Interdite » qui s'étend vers la gauche en bas, et, sur sa surface, le plan de diverses constructions. Dans les quatre angles de la citadelle on distingue également des formes géométriques dessinant les fondations d'édifices secondaires comme il en existe dans les autres sites de même ordre. Des fouilles pratiquées par l'Ecole Française d'Extrême-Orient à l'emplacement de la porte de l'enceinte intérieure ont mis au jour des pierres d'échiffre ornées du magnifique dragon vermiculaire caractéristique de cette époque de l'art annamite.

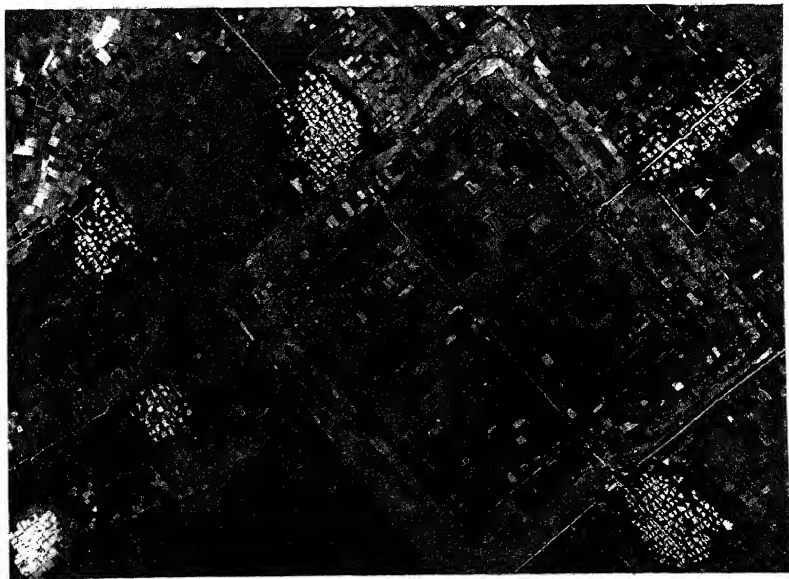
Hors des larges douves et fossés qui encadrent la citadelle, dans les axes, on détaille trois villages de formation géométrique, entourés de leur ceinture caractéristique de bambous.

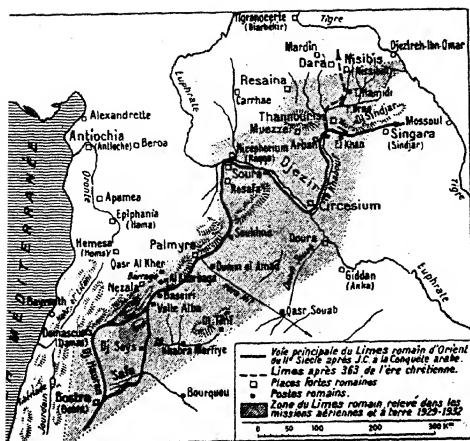
J. Y. CLAEYS.



Photos Aéronautique militaire d'Indochine.

Citadelle des Hô (région de Thanh-Hoa, Indochine).





Carte des recherches aériennes du limes romain de Syrie (missions du R. P. Poidebard 1925-1932).

Ancienne route des caravanes entre Palmyre et Hit sur l'Euphrate. Route invisible du sol, mais très apparente d'avion quand on vole à 1000 mètres d'altitude. Les vallonnements du sol sont exagérés par les ombres d'un éclairage très oblique. Les ruines souterraines sont révélées par les teintes variées de la végétation de la steppe.

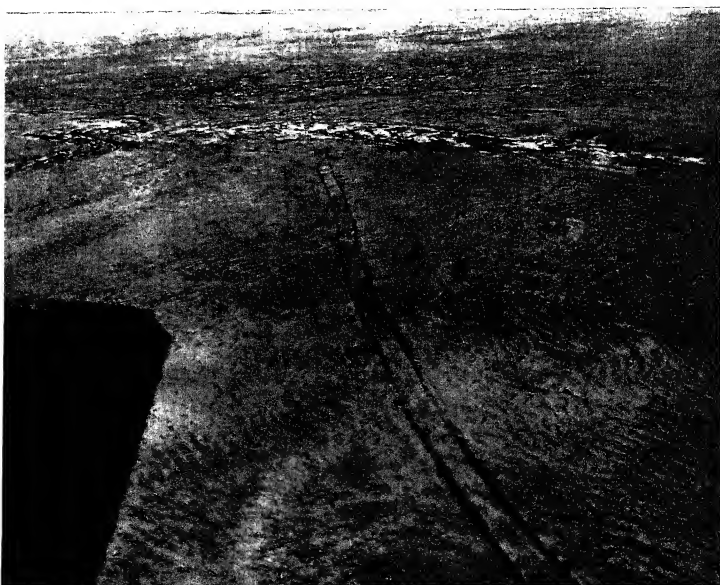




Photo A. Poldobard.

Barrage de Harbaqa au sud-ouest de Palmyre. Vestiges d'une grande oasis palmyrénienne. Organisation hydraulique captant toute l'eau de pluie d'un important massif montagneux. Les alluvions qui ont comblé le réservoir sont creusées par les eaux du wâdi.

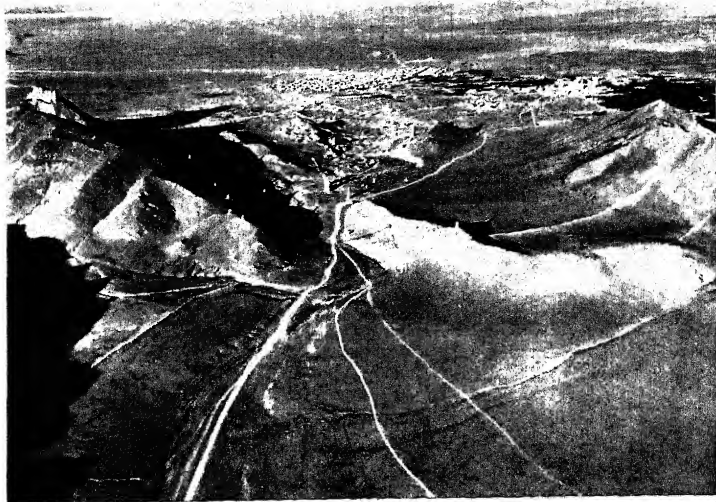


Photo A. Poldébard.

Palmyre, telle qu'elle apparaît à l'aviateur arrivant par l'ouest, le soir. La lumière rasante fait ressortir par les ombres les restes de la ville ancienne.

Photo A. Poldébard.



Vue générale du sud de Tyr.



Etude aérienne des fonds sous-marins : Tyr, vue générale prise du sud.

I. ORIGINE ET DÉVELOPPEMENT DE LA DÉCOUVERTE AÉRIENNE
EN ARCHÉOLOGIE

L'idée d'étudier les traces des anciennes civilisations à l'aide de l'avion est apparue dès la guerre de 1914-18, chez plusieurs peuples belligérants. Tandis que le Français Léon Rey notait déjà en 1917 ses « observations sur les premiers habitats de Macédoine », qui parurent en 1921, l'Allemand Théodore Wiegand, chargé de la Commission archéologique germano-turque, opérait dans la région du Sinaï et l'Anglais Beazeley publiait dans le *Geographical Journal* de 1919 un article sur la « photographie aérienne en archéologie ». C'est alors que l'archéologue anglais Crawford apporta dans ces recherches des perfectionnements décisifs. Il survola de très nombreuses régions intéressantes du point de vue archéologique en collaboration avec le major Allen, dont il pouvait dire plus tard, en 1938, « qu'il avait à lui seul, en quantité, découvert plus d'anciens sites jusqu'ici inconnus qu'aucun autre archéologue, présent ou passé »¹.

De son côté, un prêtre français, aviateur de réserve, le Père A. Poidebard, poursuivait dans le désert de Syrie une campagne de prospection aérienne sur le « limes » romain qui l'a rendu célèbre dans le monde entier. Il s'intéressa ensuite aux recherches des ruines enfouies sous la mer et put prendre de remarquables photos de l'ancienne ville de Tyr. Pendant ce temps, les Allemands continuaient leurs travaux et les Anglais faisaient de nouvelles découvertes en Orient (Miss Caton Thomson, Sir Aurel Stein...). D'autres archéologues français utilisaient également la photographie aérienne dans leurs recherches, en particulier en Indo-Chine, et il serait déjà difficile de faire un historique complet de toutes les découvertes réalisées à l'aide de la vision aérienne ou simplement facilitées ou contrôlées grâce à elle.

Les travaux se poursuivent actuellement dans les sociétés d'archéologie et de préhistoire du monde entier et de nombreuses publications en donneront certainement des comptes rendus prochainement. En France le centre de préhistoire du Musée de l'Homme utilisant les documents existants dans les collections publiques² ou privées, ou exécutés sur sa demande par l'Armée de l'air, attache une importance de plus en plus grande à ces procédés de recherches devenus tout à fait courants pour les études sur les époques du bronze et du fer et l'époque gallo-romaine. Seules les questions de crédit dans ces périodes difficiles ralentissent le développement des recherches de ce genre.

¹ *Proceedings of the Prehistoric society*. Vol. IV, 1938, p. 236.

² En particulier, celles de la Photothèque Nationale de l'Institut Géographique National.

Ci-contre : Port de Tyr : étude aérienne des fonds. La tradition disait que Tyr eut deux ports : l'un au nord, du côté de Sidon, l'autre au sud, du côté de l'Égypte. Une discussion dura depuis longtemps entre savants sur l'existence, en avant du port sud, d'une vaste rade protégée par une grande jetée. Avec l'aide de l'aviation et des scaphandriers de la division navale du Levant, la question fut résolue après trois difficiles campagnes (1934-1936). Au fond de la rade, par fonds de 8 à 17 mètres, on retrouva sur 900 mètres les vestiges de la grande jetée, large à sa base de 30 mètres. Les recherches contrôlées par un officier de marine furent dirigées par les conseils du Service hydrographique de la Marine.

A. POIDEBARD.

Les services aériens s'organisant peu à peu¹ permettront de faire réaliser un pas important à l'archéologie à partir de la dernière période de la pierre taillée, dite néolithique, jusqu'à la période classique de l'Antiquité. Ils amèneront des progrès plus lents dans l'étude de périodes plus anciennes en liaison avec les études de géologie de l'âge quaternaire, qui doit également beaucoup à l'aviation. Leur mise sur pied n'intéresse pas seulement la recherche mais l'enseignement et la diffusion de la culture. Rien n'est plus expressif et plus suggestif à ce point de vue que les présentations de sites archéologiques vus d'avion réalisées sur des films anglais destinés aux écoles. En les comparant avec certaines photos aériennes de villages de populations africaines ou océaniques actuelles, l'effet sera plus saisissant encore.

II. LES MÉTHODES DE TRAVAIL

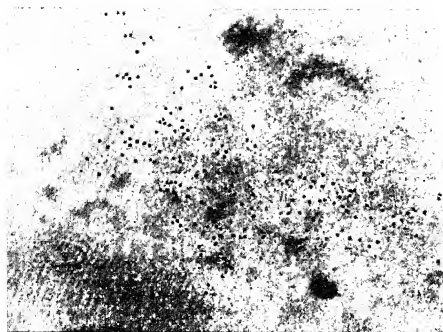
Qu'apporte donc la vision aérienne aux archéologues dans le développement de leurs recherches ? Peut-on, à travers leurs efforts, dégager les premières grandes lignes d'une méthode d'observation ? Nous pouvons au moins déjà mettre en relief trois applications types de l'examen des photos aériennes qui apparaissent de plus en plus utiles. Comme guide d'enquête sur le terrain, comme instrument de contrôle des observations et comme moyen de découverte proprement dit.

Contrairement à une opinion assez courante, le métier d'archéologue demande des qualités sportives et un esprit d'organisation très poussé. Pour établir son plan d'action et mener à bien les premières prospections d'une campagne de fouilles dans une région souvent difficile, l'archéologue utilise la photo aérienne comme le fait le militaire pour avancer en pays ennemi. Si la carte lui permet de tracer les grandes lignes d'un itinéraire et de noter les points de repère importants (encore faut-il qu'il y ait une bonne carte), elle ne lui donne, pas plus qu'à l'ethnographe, l'aspect actuel et vivant du pays à étudier, dont il a besoin pour orienter son travail. La notation sur la photographie, au besoin en s'aidant d'un calque, des détails du terrain à analyser, des reliefs ou des objets douteux, des obstacles à surmonter pour réussir une prospection peuvent déjà faire gagner des jours ou des semaines de travail.

Sur le champ d'enquête, l'archéologue peut ainsi suivre pas à pas les vestiges des anciens hommes dont il poursuit les traces et les reporter immédiatement sur

¹ A Paris, par exemple, une photothèque aérienne spécialisée, destinée à l'enseignement et à l'orientation des chercheurs et dont l'organisation se poursuit au Musée de l'Homme facilite la liaison entre les archéologues et la Photothèque aérienne nationale, le Bureau aéronautique de la Recherche scientifique et les autres organismes aéronautiques qui peuvent les intéresser. Les collections du major Allen, rassemblées à l'Ashmolean Museum d'Oxford, semblent jouer un rôle analogue en Angleterre et M. K. Steer a déjà demandé la constitution d'une « bibliothèque aérienne archéologique » (*Revue : Antiquity*, mars 1947).

Ci-contre : Maiden Castle (Dorset, Angleterre). De tous les camps préhistoriques d'Angleterre, la forteresse ovale de Maiden Castle est à juste titre la plus renommée. L'ancien camp a 900 mètres de longueur sur 450 mètres de largeur. La partie intérieure couvre 1800 ares et le camp entier, avec ses défenses, près de 4600. Il est encore difficile d'y pénétrer à cause de l'importance du système de défense.



Etude des palafittes d'après les photographies aériennes. Les installations humaines sur les lacs ont joué dans la dernière période de la préhistoire un rôle si important qu'on a pu parler d'une « civilisation des palafittes », qui s'est étendue à l'intérieur des terres sur de très vastes régions d'Europe. Les lacs suisses sont particulièrement riches en vestiges d'habitat sur pilotis. Pour repérer la disposition de l'ensemble des poteaux submergés, M. Pittard a fixé à chacun un flotteur et a pris une photographie aérienne de la portion du lac où ils se trouvaient.

D'après les Archives suisses d'Anthropologie, 1939.

Maiden Castel, près de Dorchester (Dorset, Angleterre).

Photo Aeroflms Ltd.





Photo Ministère Travaux Publics - I. G. N.

Ruines à 15 kilomètres de Tebessa (Algérie). Ces traces d'anciens aménagements, qui ont été mises en relief par la photographie aérienne, ont posé beaucoup de questions aux archéologues. D'après les études récentes effectuées sur le terrain par la Direction des Antiquités d'Algérie, il s'agit d'anciennes séparations de cultures et d'un immense système d'irrigation. On distingue facilement au pied de la montagne les dessins géométriques du cloisonnement.

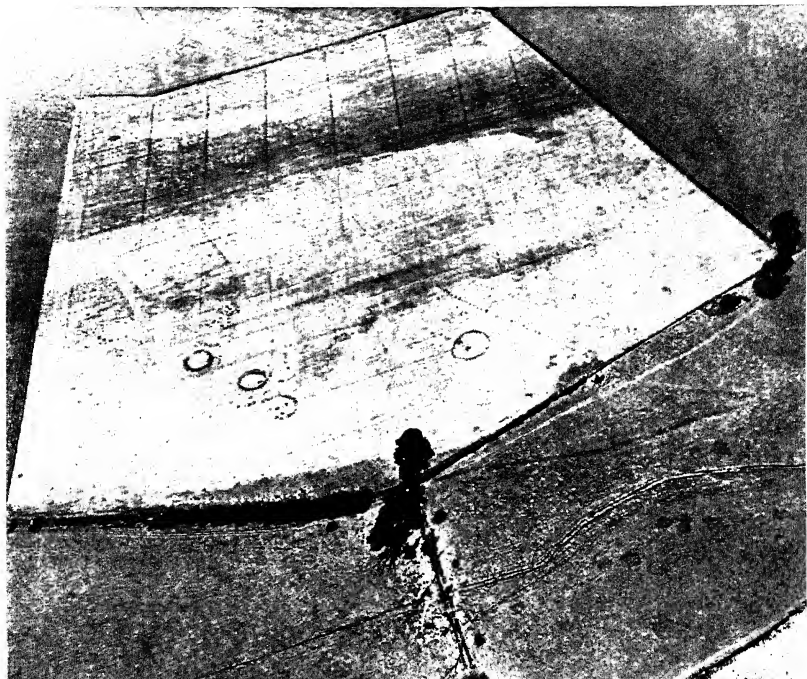
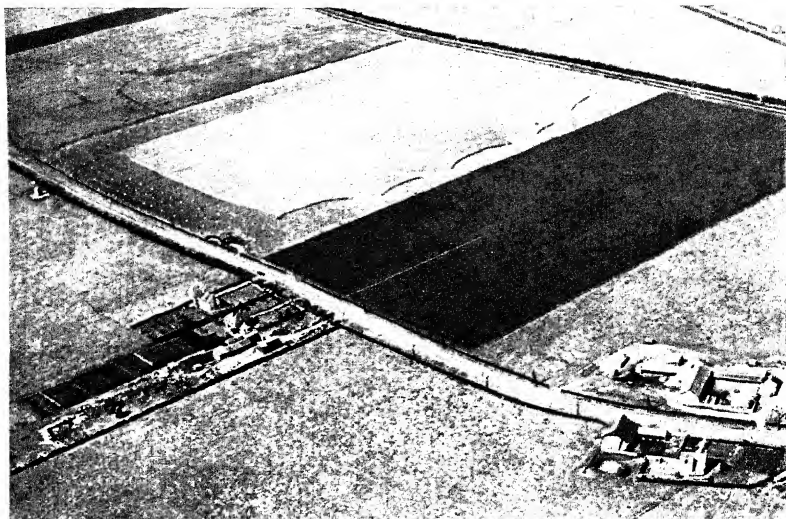


Photo Ashmolean Museum d'Oxford.

Ferme de Northfield, Long Wittenham (Berkshire, Angleterre). La photographie montre un certain nombre de vestiges de différentes périodes. Les deux surfaces rectangulaires en haut et au centre à gauche datent probablement des Romains. On aperçoit plusieurs cercles qui semblent être des sépultures de l'âge du bronze. Ces vestiges sont révélés par la photographie aérienne, tantôt par des différences de teintes, tantôt par les ombres portées des plantes poussant plus haut sur les ruines enfouies.

(Ce texte et les deux commentaires qui suivent ont été rédigés par R. J. C. Atkinson, sur la demande de M. Crawford.)

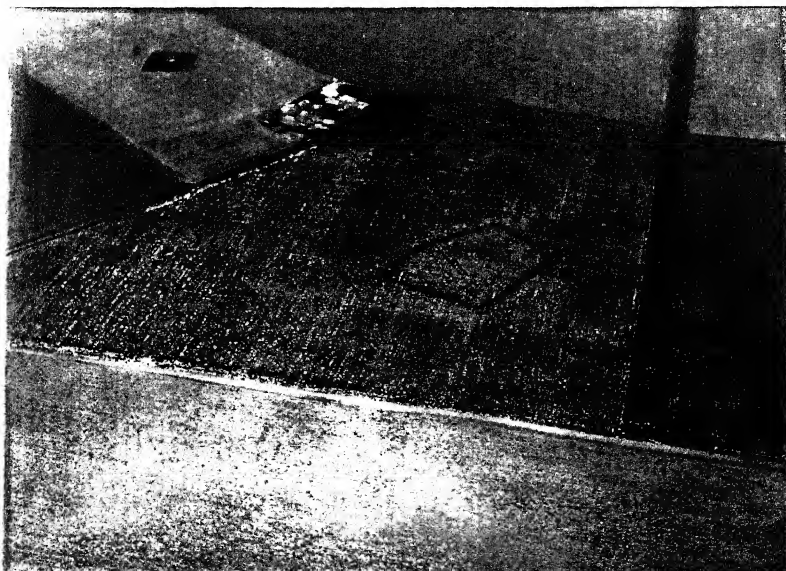


Dorchester (Oxfordshire, Angleterre).

Photo Ashmolean Museum d'Oxford.

Ferne de Warren, Sydmonton Park (Hampshire, Angleterre).

Photo Ashmolean Museum d'Oxford.



une photo qui lui sert de plan sommaire. S'il veut exécuter un travail plus précis, il doit seulement prendre soin de faire «redresser» ses documents par photogrammétrie (voir notes techniques). Il pourra ensuite très facilement établir, grâce à eux, un plan détaillé qui était auparavant un travail énorme et tout à fait extérieur à la spécialité.

Dans sa recherche, l'archéologue rejoint à certains moments l'ethnographe. La photographie aérienne va lui servir alors, comme à celui-ci, de thème pour interroger les informateurs. Le vieux sage noir des bords du Logone se laisse parfois questionner sur ses ancêtres légendaires, sur les villes anciennes qu'ils ont construites, dont les vestiges apparaissent sur la vue aérienne. Le paysan de France n'est pas moins sensible à l'amusement de pointer sur une photographie de sa commune la ruine mystérieuse, à demi cachée dans les taillis, à laquelle le diable a peut-être bien mis la main dans des temps oubliés.

La photographie aérienne est aussi un moyen de contrôle de premier choix. Pour mieux juger de la vue d'ensemble du camp retranché de Biskupin qu'ils ont mis à jour en Pologne, les archéologues responsables des fouilles ont utilisé un petit ballon captif auquel était attaché un appareil de prises de vues. Ailleurs, l'hélicoptère permet à des chercheurs ayant des moyens financiers suffisants, de juger de *visu* de l'état des fouilles entreprises en étudiant le dessin des soubassements déjà mis à jour. Ailleurs encore, un spécialiste des recherches sur l'époque néolithique suppose une relation entre divers tumuli ou pierres levées d'une région et utilise une vue aérienne pour vérifier si la vue d'ensemble de ces divers éléments isolés correspond bien à son hypothèse. Cette vision peut aussi faire surgir de nouvelles questions et préciser l'orientation des recherches. Quoi de plus suggestif et de plus saisissant que cet assemblage sur une bande de pellicule de deux mètres de long des alignements de Carnac !

Sur des vues verticales de ce genre, le plan est bien mis en relief. Mais il est souvent utile, pour le contrôle, de noter les aspects du terrain d'enquête ou des fouilles en cours sous plusieurs angles différents et à des distances plus ou moins grandes. Telle «porte» d'un fort romain, étudié par Crawford, ressort bien sur une vue oblique d'ensemble prise sous un jour favorable et cette autre vue de détail de la même «porte» prise en rase-mottes en fait comprendre la structure. Ailleurs, le plan du célèbre camp de Gergovie apparaît d'une façon extrêmement claire sur les photographies verticales et obliques. Mais nous entrons déjà ici dans

Ci-contre : Dorchester (Oxfordshire, Angleterre). Dans le champ que l'on va moissonner, on peut distinguer deux cercles concentriques. Ils indiquent la trace de deux fossés formant un cercle sacré du premier âge du bronze. Dans les fossés comblés par une grande épaisseur de terre, le blé a poussé plus vivace et plus haut, et la lumière jouant sur les longues tiges courbées par le vent dessine ces deux cercles en teinte plus claire.

Ferme de Warren, Sydmonton Park (Hampshire, Angleterre). Au centre de la photographie on voit la trace rectangulaire d'un fossé comblé, datant peut-être de l'âge du fer. Le coupant en diagonale, deux lignes rapprochées sont probablement d'origine récente. Les traces souterraines se révèlent ainsi aussi bien dans des champs de plantes à racines que dans des champs de céréales.

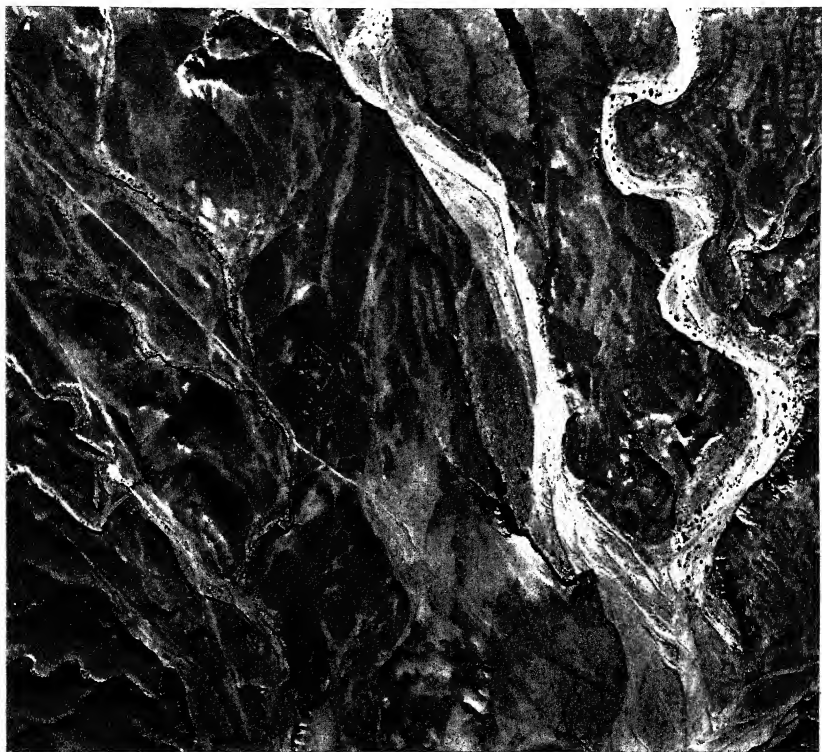


Photo Compagnie Aérienne de Photographie.

Interprétation archéologique d'une photographie aérienne prise à haute altitude. Chargé par M. Louis Leschi, directeur des Antiquités d'Algérie, d'effectuer les recherches aériennes auxquelles se rapportent ces documents, le colonel Baradez a été l'un des chercheurs qui a utilisé le plus systématiquement les grandes couvertures photographiques composées de vues prises à haute altitude. Il est impossible de résumer ici les méthodes de travail qu'il a mises au point avec M. Leschi, mais une prochaine publication en rendra compte. Leur effort apportera certainement des éléments de première importance pour le développement des recherches aériennes en archéologie.



Ministère Travaux Publics - I. G. N.

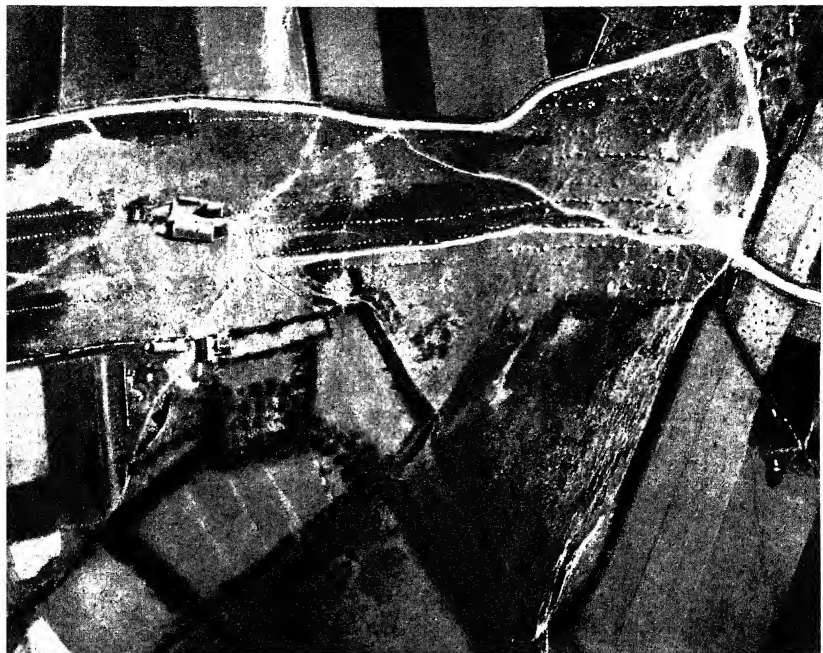
La photographie aérienne a permis de relever dans les derniers prolongements ouest de la forêt de Fontainebleau la présence d'enceintes dont on ne peut avoir connaissance au sol. La difficulté est ici beaucoup plus grande qu'en terrain uniforme car les murailles forment des chaînons avec des routes en place. Le système reproduit ici se trouve au nord-est de Vandonné (S.-et-L.); il date de l'époque du bronze et de l'âge du fer.

J. BAUDET.

Les terrasses de la Saône au nord de Mâcon (Saône-et-Loire).

Photo Ministère Travaux Publics - I. G. N.





Yaprès photos Musée Préhistorique de Carnac.

Alignements de Carnac, fragment (1936, altitude 600 m. Echelle 1/2000^{me}). Cette vue des alignements de Carnac (section de Kermario comprenant 982 pierres) évoque l'ampleur du travail des hommes de la civilisation des mégalithes. L'effort énorme fourni pour mettre en place ces pierres levées (les plus hautes atteignent 6 m. 42) prouve une organisation sociale très développée. Les alignements sont orientés dans l'axe solaire et ont certainement un sens religieux. Ils datent vraisemblablement de l'âge du bronze. On en trouve dans diverses parties du monde, au Danemark, en Suède, en Suisse (La Praz), en Angleterre (Salisbury) et jusqu'en Asie centrale, au Thibet (expédition Roerich 1930) où ils sont de date plus récente, et aux Indes (Assam) où ils sont toujours l'objet d'un culte.

Ci-contre : Etude des terrasses fluviales pour les recherches préhistoriques. Les terrasses de la Saône au nord de Mâcon (au milieu à droite: Sennecé-les-Mâcon). De haut en bas: *basse-terrasse* inondée annuellement: prés, vestiges d'établissement gallo-romains; *moyenne-terrasse*: vignobles « en lanières » sur les limons et loess quaternaires; *pente du plateau*: petits bois et champs en cultures diverses; *plateau*: forêt, céréales et prés clôturés sur les limons et l'argile à silex. Au centre des ateliers (ferme à cour fermée en bas à droite), une source jaillit; elle se perd immédiatement dans le calcaire, provoquant sur son parcours une série de petites dolines, elle reparaît à Sennecé, taille son thalweg dans la moyenne terrasse et se jette dans la Saône.

André LEROI-GOURHAN.

Ce cliché de F.I.G.N. fait partie de la collection des documents réunis par le service aérien du Musée de l'Homme pour l'une des campagnes archéologiques dirigées par M. Leroi-Gourhan. On trouvera dans ce chapitre et dans les Notes techniques de la fin du volume, d'autres vues prises spécialement par l'Armée de l'air pour ces mêmes recherches.

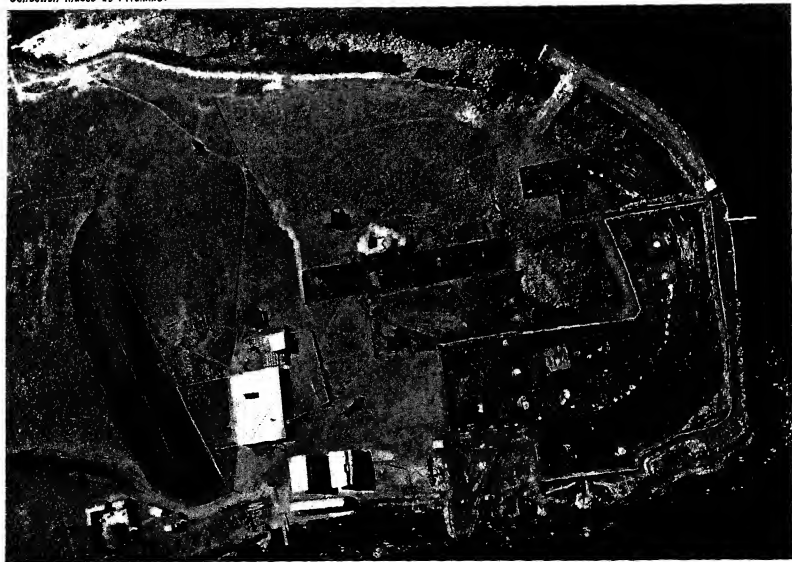


Salisbury (Wiltshire, Angleterre).

Photo Aerofilms Ltd.

Collection Musée de l'Homme.

Fouilles de Biskupin (Pologne).



D'ailleurs, il est avantageux de chercher une seule catégorie de renseignements à la fois, car les méthodes de prospection dépendent de la nature des sujets de recherche. Les sites terrestres relativement récents, les sites noyés, les gisements très anciens, se présentent sous trois aspects totalement différents. Il faut, pour chaque catégorie, établir des plans de travail correspondant aux besoins.

Nous avons déjà noté que des reliefs de très faible hauteur, pratiquement invisibles au promeneur habituel, apparaissent nettement dans la vision aérienne s'ils sont observés sous l'éclairage convenable. Des photographies prises le plus tôt possible après le lever du jour ou le plus tard possible avant le coucher du soleil, font ressortir, en lumière rasante, le dessin des ombres allongées. Lorsque ces dessins sont réguliers et présentent des angles nets, il est rare qu'ils soient le fait de la nature. Les fondations affleurant le sol ou recouvertes d'une très légère couche de terre sont donc très faciles à repérer de cette manière. L'observation est plus difficile lorsque les restes enfouis forment des lignes arrondies ou dissymétriques. Dans ces cas douteux des photos d'un même lieu prises sous des éclairages différents (matin et soir) en vues verticales et sous plusieurs angles en vues obliques, permettent d'opérer un premier contrôle en liaison avec les observations au sol. Ainsi la Côte de la Chaux (la côte de la Chair des anciens plans cadastraux), sur les bords de la Cure, laisse apparaître le tracé des fortifications du camp d'époque gallo-romaine qui y était établi. Ainsi, à quelques kilomètres du bois de la même région le camp romain de Cora se distingue très nettement, malgré les taillis, sur une photographie prise en hiver. A côté des restes de murailles ou de contreforts, ressortent des traces de tumuli plus anciens qu'une observation plus précise parvient à localiser. Dans toute la région, des réseaux d'ouvrages et de routes romaines, des camps gaulois, des vestiges de l'âge du bronze et du fer permettent peu à peu de compléter nos connaissances sur les différentes époques historiques ou protohistoriques dont le sol a conservé les marques.

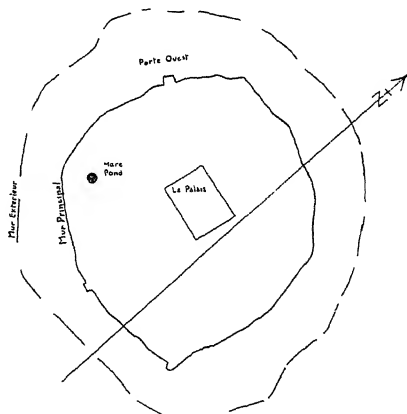
Un exemple beaucoup plus frappant encore est celui du « limes » romain du Sud algérien, récemment étudié en collaboration par un archéologue et un aviateur qui en ont reconstitué tout le tracé. De même le travail bien connu du Père Poidebard sur les vestiges de l'Empire romain en Syrie, auxquels nous avons déjà fait allusion, ou ces admirables découvertes réalisées en Indochine par l'Ecole Française d'Extrême-Orient. Ce sont des observations du même genre que nous poursuivons actuellement dans la région de Fontainebleau et de Milly sur un réseau d'anciennes fortifications.

Ci-contre : Salisbury (Wiltshire, Angleterre) est un des points où la civilisation mégalithique a laissé des vestiges importants. Autour des pierres dressées la vue aérienne souligne des tracés circulaires et, sur la gauche, une allée traversée par la route moderne.

Les fouilles de Biskupin (Pologne) ont permis de mettre à jour un village de l'âge du fer, dont la photographie montre les vestiges. A droite un rempart médiéval. En haut près du camp de l'expédition de fouilles, on distingue deux maisons et une partie du rempart qui ont été reconstitués. Les archéologues ont ici utilisé pour obtenir une vue verticale un petit ballon captif auquel était suspendu un appareil de prises de vues.

Bien que des recherches d'après les reliefs apparents soient les plus élémentaires dans les observations aériennes en archéologie, elles ne sont pas toujours exemptes de surprises. Il est bon, pour éviter les erreurs, d'étudier avec soin les échelles des documents et tous les renseignements qui peuvent éclairer sur les dimensions exactes des plans reconnus. Il faut surtout contrôler ses observations aériennes dès que possible par des enquêtes bibliographiques et ethnographiques. Ainsi, nous avons nous-même été surpris par une interprétation qu'on nous avait présentée avec une grande vraisemblance. Toute une ancienne ville apparaissait, au pied des montagnes, sur une vue verticale en haute altitude des environs d'une localité algérienne, et les premiers chercheurs s'étaient laissés prendre à ces apparences. Mais, en poursuivant les enquêtes, ils se sont rendu compte qu'il s'agissait d'un compartimentage des cultures pour faciliter l'irrigation. L'observation était d'ailleurs fort intéressante du point de vue archéologique agraire, mais la première interprétation trop hâtive était inexacte.

L'archéologie agraire doit d'ailleurs beaucoup à ce genre d'observation d'après les ombres portées. On a souvent parlé des «rideaux» provenant pour certains, du rejet de la terre par la charrue vers les bordures des champs, pour d'autres d'une raison encore inconnue. L'apparition de ces «rideaux» réguliers sur les photographies aériennes en Angleterre et en France est saisissante et amène immédiatement le chercheur à se poser des questions sur les anciennes structures agraires de ces régions. Nous signalons plus haut les restes des anciens murgets permettant également de distinguer ces anciennes divisions, mais il y aurait encore bien d'autres cas où les limites des vieux cadastres ressortent sur les photographies. Toutes ces remarques de méthode viennent confirmer les études abordées par ailleurs sur l'ancienne économie rurale.



Hatra, ancienne forteresse parthe à l'ouest du Tigre, au nord-ouest de Babylone, au sud-ouest de Ninive, sur une importante route commerciale entre la Mésopotamie du Nord et du Sud. On connaît fort peu de choses de son histoire, sinon qu'elle fut attaquée sans succès pendant les deux premiers siècles de l'ère chrétienne par les empereurs romains Trajan et Sévère. Hatra fut découverte en 1836-1837, puis les fouilles abandonnées jusqu'à l'expédition en 1907-1911 de l'Allemand Walter Andrae, qui explora en particulier le Palais du centre de la cité : quelques-uns de ses murs dépassent 20 mètres; on y trouve des inscriptions chaldéennes et arabes et de curieuses têtes sculptées dans les voûtes de pierre. L'enceinte principale de la cité mesure 13 mètres d'épaisseur, 159 bastions environ la jalonnent, à intervalles réguliers.

D'après *A Political History of Parthia* par N. C. Debevoise, et *Hatra* par Walter Andrae.



Photo Hunting Aerosurveys Ltd.

Ruines d'Hatra (Iran).



Photo Aerofilms Ltd.

Badbury Rings (Dorset, Angleterre). Forteresse de forme elliptique, défendue par trois remparts et trois fossés, cernant une butte de craie. La surface occupée par les terrassements a 400 mètres de diamètre et couvre près de 720 acres. On a découvert des vestiges celtiques et romains aux deux portes ouvertes à l'est et à l'ouest. Le camp se trouve sur la route romaine qui va de Poole Harbour à Old Sarum dans le Wiltshire.

Si aucun relief apparent ne produit d'ombres portées sur la photographie, un autre procédé de découverte consiste à observer les différences de coloration du sol et les modifications apportées dans le développement de la végétation par les vestiges archéologiques totalement enterrés. L'action de la charrue n'a pas seulement pour résultat de modifier le relief d'une façon telle qu'elle persiste dans les «rideaux». Lorsqu'elle s'enfonce assez profondément dans le sol, elle fait remonter à la surface des couches de terre portant la trace de l'action de l'homme et dont la couleur est différente de celle des terres voisines. Ce sont ces différences de coloration qui peuvent apparaître sur la photographie aérienne.

D'autre part, les modifications apportées ainsi à la composition de la couche superficielle du sol agit sur la végétation qui s'y trouve. En particulier, les jeunes pousses des moissons sont très fortement influencées par ces mouvements de terre. Leur développement est plus ou moins rapide suivant la nature du terrain et les différences de hauteur des tiges produisant sur une photographie en lumière rasante des ombres qui peuvent être décelées. D'autre part la couleur des pousses est également différente si le sol est, à certains endroits, appauvri ou enrichi par l'apport d'éléments étrangers provenant des vestiges de monuments enfouis. Grâce à ces marques apparentes sur la vue aérienne, les recherches peuvent être guidées et parfois le plan des anciennes constructions peut être, en grande partie, restitué.

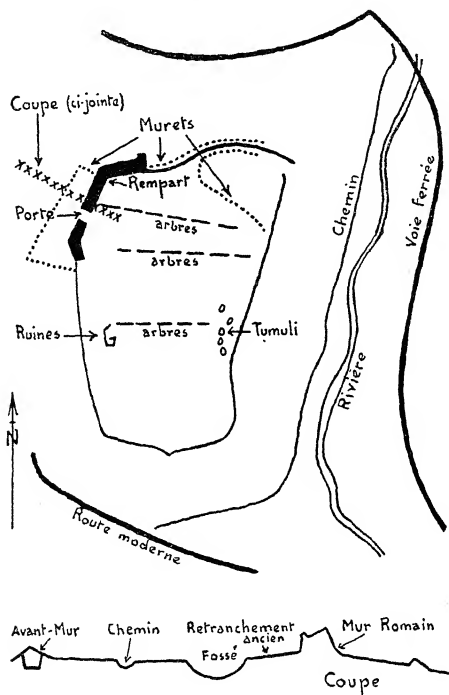
Les sites archéologiques terrestres ne sont pas les seuls à bénéficier des prospections aériennes. Dans les lacs, sur les bords de certaines rivières, où les hommes de la protohistoire ont construit leurs demeures sur pilotis, des vestiges actuellement noyés vont être reconnus grâce à la photographie verticale. Si la couche d'eau qui recouvre les restes de ces palafittes n'est pas trop épaisse, ils peuvent être repérés et notés avec assez de précision pour orienter les fouilles. A plus forte raison, les ruines de villages immergés, quelquefois de villes célèbres qu'il était impossible de localiser exactement, sont retrouvées de cette manière. Tyr, certaines parties de Carthage, d'autres cités sans doute, nous seront restituées grâce à l'observation aérienne.

Peut-on aller beaucoup plus avant dans les recherches ? Dans l'état actuel des instruments de travail, cela paraît difficile. Mais avec de meilleurs procédés de photographie à l'infra-rouge, de photographie en couleurs, ou d'autres moyens permettant de préciser les observations, tout un domaine de travail reste ouvert. Notamment l'étude des sites préhistoriques antérieurs à l'époque néolithique pourra être considérablement avancée lorsque la photographie aérienne aura été utilisée assez largement dans les travaux sur la géologie du quaternaire. Le repérage des anciennes carrières facilitant les enquêtes à terre ne sont qu'une application très élémentaire à l'étude des terrasses fluviales des méthodes de détection dont le développement se poursuit. Les différences de coloration des terrains, les modifications apportées à la végétation naissante pourront ici encore éclairer nos observations. Mais cette fois, l'action de l'homme aura été trop faible pour

laisser des traces. C'est en repérant les apports des alluvions, les remblaiements et les creusements successifs du lit d'un fleuve que nous suivrons une couche de terrain susceptible de contenir des vestiges d'une civilisation disparue.

III. AVENIR DES RECHERCHES

La variété des sujets d'étude et des procédés de travail exige, pour éviter la dispersion des efforts, de regrouper par catégories les thèmes de recherche. Lorsque ce classement aura pu être effectué, les besoins en vues aériennes pourront s'exprimer beaucoup plus facilement. Les essais que nous avons faits en



Croquis-schéma du camp de Cora. Coupe exécutée d'après Parat.

Camp de Cora, près d'Arcy-sur-Cure (Yonne). Photo verticale du 16 janvier 1947 à 12 h. 30, OZ. Echelle 1/5000^m environ. Fait partie de la couverture exécutée sur la demande du Musée de l'Homme pour les études archéologiques entreprises sous la direction de M. Leroi-Gourhan. Le camp romain de Cora porte les traces d'occupation de populations dépendantes des Romains (tumuli en particulier), probablement des Sarmates. Les monnaies retrouvées au pied du retranchement vont de l'époque gauloise à l'époque de Valentinien II (d'après Parat, Congrès archéologique 1907).



*Collection Musée de l'Homme.
Cliché Armée de l'Air - 53me Escadre.*

Camp de Cora, près d'Arcy-sur-Cure (Yonne).



*Collection Musée de l'Homme.
Cliché Armée de l'Air - 33me Escadre.*

Camp de Cora, près d'Arcy-sur-Cure (Yonne).

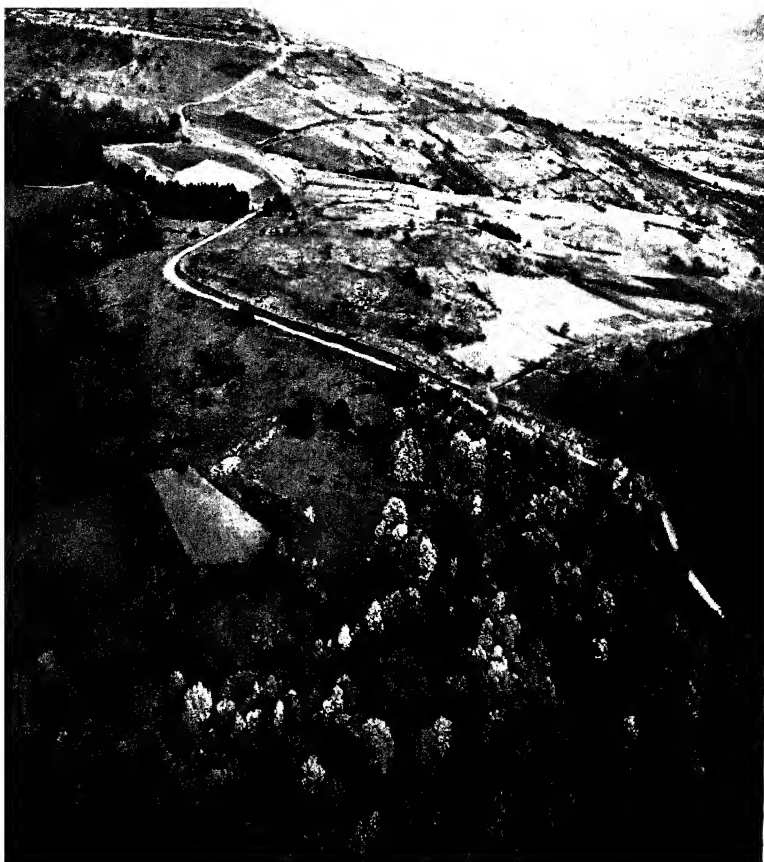


Photo Armée de l'Air - 33me Escadre.

Vue saisissante de l'oppidum de Gergovie, prise au sud-ouest des hauteurs de Risolles. Le col qui est visible en haut et à gauche de la photo près de la tête d'un ravin est le seul passage facile qui donne accès au plateau : avant l'attaque romaine, Vercingétorix y concentra ses travaux de défense et là passe encore aujourd'hui l'unique route carrossable qui monte à l'oppidum. Au même niveau apparaissent sur la droite les terrasses où les Gaulois avaient bâti leurs camps et au-dessus, comme taillés à pic, les escarpements ouest et sud du plateau. Sur la droite de la photo, dans la plaine, le village d'Orcet près duquel était le grand camp de César.

M. LABROUSSE.

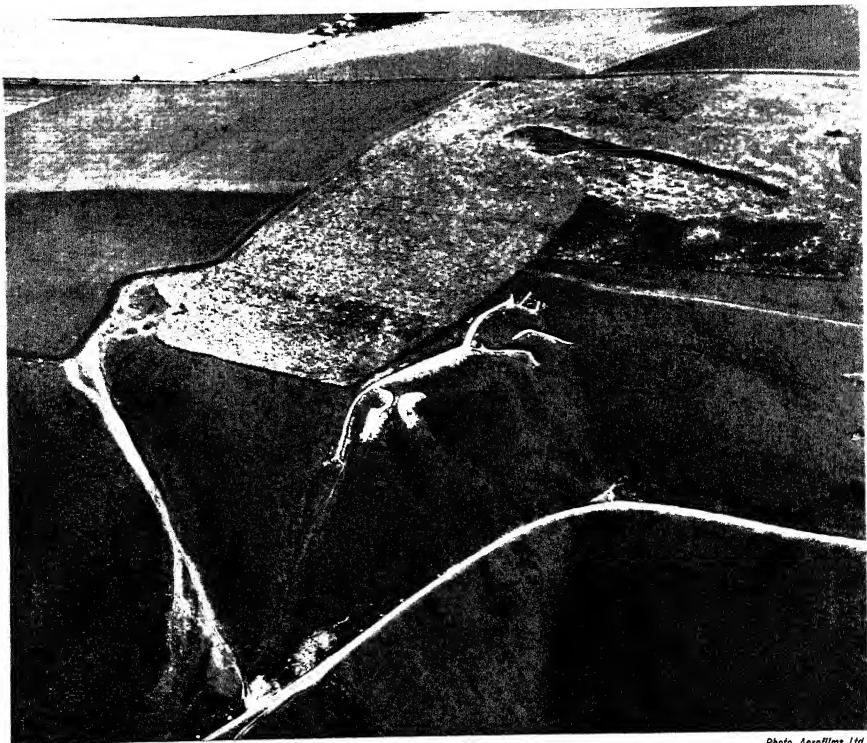


Photo Aeroflms Ltd.

Le cheval blanc d'Uffington. Les chevaux blancs que l'on trouve dans le comté de Wiltshire ont donné leur nom à « la Vallée du Cheval Blanc ». Celui-ci, le plus vieux de tous, est dans le Bershire à 2½ milles de la frontière du Wiltshire. Il mesure 105 mètres du naseau à la queue, 36 mètres de l'oreille au sabot. C'est en mémoire de la bataille qu'il gagna en 811 sur les Danois que le roi Alfred fit creuser ce cheval par ses hommes.

France, se recoupant avec les travaux des archéologues anglais, nous amènent à penser que des photographies verticales prises à l'échelle du 1/5.000^m sont les plus facilement utilisables dans la plupart des cas. Cependant, des vues au 1/10.000^m ou au 1/20.000^m peuvent être intéressantes pour localiser un site dans une région, ou pour avoir une idée d'ensemble de plusieurs sites voisins. De même, des vues prises à très basse altitude, verticales ou obliques, sont indispensables pour observer les détails de coloration ou de très légers reliefs¹. Lorsque les archéologues, aidés par les services compétents, seront plus au courant des techniques aéronautiques et que les aviateurs s'intéresseront d'une manière plus suivie à l'utilisation de leurs travaux par les chercheurs, les demandes seront mieux formulées et l'élaboration d'une méthode complète de recherches sera possible.

A ces conditions seulement pourront être établis, en liaison avec les autres disciplines utilisant l'avion, des plans de campagne cohérents. Pour la France et l'Afrique du Nord par exemple, les mois de janvier et février devraient être employés aux travaux dans les régions du Sud où le début du printemps est très tôt dans l'année. Les mois de mars à septembre seraient réservés au travail dans la métropole pour des questions de visibilité. Le mois d'octobre, où la lumière est parfois suffisante, permettrait de réaliser les prises de vue en France en période végétative. Les mois de novembre et décembre seraient consacrés surtout aux missions dans certaines régions tropicales où la lumière est la meilleure à ce moment (juste après la saison des pluies). En attendant que des escadrilles spécialisées soient chargées de ce travail, les missions demandées aux avions militaires peuvent être orientées dans ce sens.

* * *

Nous voyons donc s'étendre jusqu'aux civilisations mortes le champ de la vision aérienne. La surface de la terre n'est pas seulement le support des constructions des hommes d'aujourd'hui. En l'examinant attentivement nous voyons réapparaître, comme recouvertes par un papier transparent, les marques d'hommes des premiers âges de l'Histoire. Nous prenons mieux conscience, dans cet examen des documents aériens, des couches successives de civilisations qui se sont succédées et dont les unes sont tributaires des autres. Sous les structures agricoles récentes nous distinguons les limites d'anciens partages correspondant à un autre système social. Sous le Haut-lieu, encore aujourd'hui visité comme pèlerinage, nous retrouvons les indices d'une civilisation gallo-romaine et, en poussant plus loin notre investigation, nous reconnaissons les traces des civilisations préhistoriques qui l'ont précédée.

En élargissant ces observations, en rapprochant les examens de détail, nous pourrions suivre de plus en plus clairement l'extension de ces civilisations anciennes

¹ Les archéologues anglais proposent l'échelle de 1/2.500^m à 1/3.500^m pour les sites de petites dimensions et de 1/6.000^m pour les plus grands (*Antiquity*, mars 1947, article de K. Steer citant Crawford et Keller).

et mieux comprendre l'influence qu'elles ont eue et qu'elles ont encore sur celles de notre époque. L'étude, d'après les photographies aériennes, des « limes » romains de Syrie et d'Afrique du Nord nous ont permis, par exemple, de préciser la zone d'extension de la puissance romaine dans ces régions. Dans le centre de l'Europe, la reconnaissance de l'aire couverte par deux civilisations dont nous saisissons encore mal l'importance, celle des palafittes et celle des mégalithes, nous donnera des éléments essentiels pour la compréhension de nos origines.

La seconde au moins de ces civilisations, celle des « grandes pierres », des mégalithes, dont les alignements de Carnac et les dolmens de diverses régions de France sont des témoins, nous amène loin des frontières habituelles de la culture occidentale. Elle pose le problème du rattachement de ces coutumes préhistoriques de culte rendu aux pierres, à celles de populations archaïques d'aujourd'hui chez lesquels nous retrouvons des pratiques voisines. Les confrontations des photographies aériennes des vestiges européens et des formes contemporaines de ces cultes contribueront, à côté de beaucoup d'autres comparaisons, à reconnaître des liens encore inconnus entre les peuples.

Nous y reviendrons plus loin.

P. CHOMBART DE LAUWE.

Le Chaco Canyon, dans le nord-ouest de l'Etat de New-Mexico (U.S.A.), forme une étroite bande alluviale enserrée entre deux falaises calcaires abruptes, dont une seule est visible sur la photographie. Ce canyon renferme les ruines de nombreux établissements Pueblo, dont Pueblo Bonito est le plus important. Le site a été occupé du VI^{me} au XII^{me} siècle et abandonné intact; tel qu'il se présente sur la photographie, il a été déblayé et légèrement restauré par les archéologues. Les préoccupations défensives des Pueblo se font fortement sentir dans la disposition de cet habitat : tout le village ne forme qu'un seul bloc compact qui ne présente à l'extérieur qu'un mur haut et lisse, sans aucune porte; on ne pouvait pénétrer dans l'agglomération qu'à l'aide d'échelles, ce qui réduisait les risques d'une attaque par surprise. A l'intérieur, 800 pièces d'habitation, carrées ou rectangulaires, et environ 25 « kivas » circulaires, utilisées pour les cérémonies religieuses, sont disposées en hémicycle autour de vastes cours collectives.

Gaétan BAILLOUD.

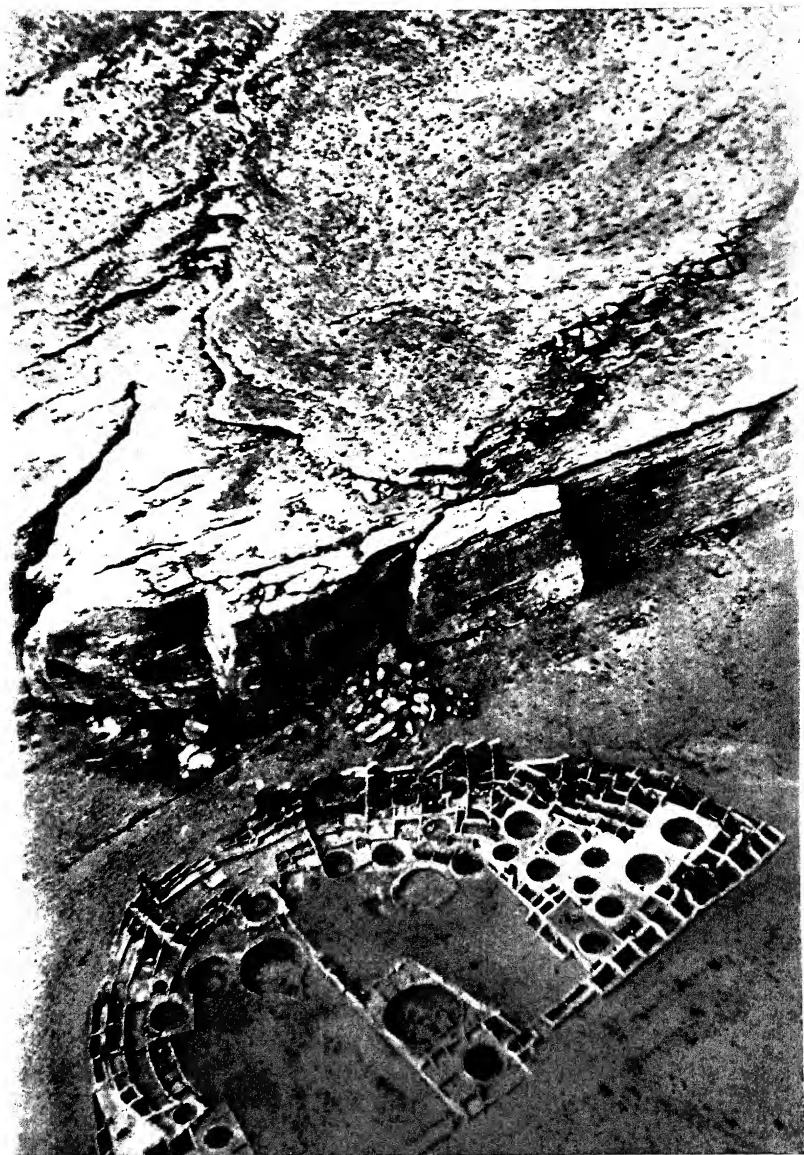


Photo Wide World.

Le Chaco Canyon (Etats-Unis).



Amphithéâtre de Verulamium, St Albans (Angleterre). Les vestiges de cet amphithéâtre romain, à demi recouverts d'herbe et maintenant perdus dans la campagne, apparaissent dans la vision aérienne d'une façon particulièrement frappante en soulignant l'opposition des ruines abandonnées et du paysage moderne. (Des fouilles furent entreprises en 1847, au cours desquelles on a découvert dans des cavités des pavements de marbre, des poteries, des urnes, des médailles. Verulamium fut une très importante cité romaine durant toute l'occupation.)

II. LES CIVILISATIONS VIVANTES

LES VILLES ET LEURS STRUCTURES

Il ne pouvait faire de doute que pour l'étude géographique des régions inexplorées ou peu explorées, la photographie aérienne n'eût un caractère providentiel. La vision aérienne présenterait-elle le même intérêt pour l'examen des zones de concentration humaine en pays civilisé, où toute construction est soigneusement relevée et cadastrée depuis des siècles ?

Les premières photographies de villes pouvaient, dès le début de l'aviation, nous permettre de répondre à cette question: elles offraient un caractère d'authenticité, elles portaient une valeur de synthèse qu'aucun plan ne pourrait jamais atteindre. Ce que l'on ignorait encore c'est qu'un chapitre important, un chapitre essentiel de l'archéologie et de l'histoire, était alors sur le point de s'ouvrir, et qu'il allait requérir l'emploi systématique de la photographie aérienne: il s'agissait de l'histoire de l'urbanisme. Un pas décisif devait être franchi, lorsque, se dégageant de chaque chapitre historique qui lui était propre, antiquité, moyen âge, temps moderne, commençait à prendre corps la science de la ville. Des lois présentant un large caractère de généralité commencèrent à se dégager et la thèse décisive de Pierre Lavedan paraissait en 1926 sur l'Urbanisme de l'Antiquité et du Moyen Age. La photographie aérienne apportait déjà sa contribution propre à l'éminent historien. L'usage de tels documents ne cesse aujourd'hui de se répandre. Il n'est pas d'exposition sur l'urbanisme, d'études sur le passé et l'avenir des villes qui n'y fassent appel. Car il faut ajouter que la science des villes, loin de présenter un intérêt exclusivement historique, est appelée à prendre de plus en plus d'importance dans la vie des nations. La vie journalière ne nous convainc-elle pas à tout instant que citadins et paysans ne vivent plus, dès maintenant, dans un cadre approprié à l'état technique et social de leur temps ? Et qu'advient-il aujourd'hui-même d'une ville comme Paris, si l'appauvrissement général, conséquence de la guerre et de la crise actuelle, ne réduisait pas artificiellement les moyens mécaniques de circulation ? Se résoudrait-on à une circulation essentiellement souterraine, limiterait-on réglementairement l'usage de l'automobile,

ou plutôt se déciderait-on enfin, sous la pression des événements, à mener une large et vraie politique d'urbanisme? Les gigantesques reconstructions et la clarification du réseau de circulation qu'une telle politique impliquerait n'en seraient pas moins impérieusement déduites de l'état actuel de la cité et de tout son acquis historique. Le passé peut servir l'avenir de toutes les manières, à la condition qu'on n'en fasse pas un tyran: d'une part il permet de dégager des postulats ou des lois permanentes qui ont fait leurs preuves et qui aident à trouver les solutions des nouveaux problèmes; d'autre part dans les cas précis, la connaissance de l'évolution pathologique d'une ville ou d'un quartier aide à distinguer le membre sain et le membre malade et met dans les mains de l'urbaniste les vrais remèdes.

En résumé la science des villes s'offre à nous comme un vaste tryptique comprenant le compartiment de la science historique pure, celui de la science appliquée de caractère curatif, enfin celui de l'ambitieuse et légitime création. Et dans chacun de ces compartiments la photographie aérienne apparaît comme un outil de travail important. En effet la photographie d'une ville de nos jours révèle parfois d'une façon évidente les conditions de sa naissance et de son développement historique. Par ailleurs, la technique de la photographie aérienne s'inscrit déjà d'elle-même dans l'histoire: certes depuis que les prises de vue aériennes sont possibles, on n'a malheureusement pas photographié systématiquement les zones d'accroissement urbain. Néanmoins, on peut suivre depuis quelques temps certains de ces accroissements d'année en année. Il sera possible d'obtenir un jour une véritable cinématographie des développements de la construction, par un procédé qui fera pendant à celui du ralenti dans la biologie et le monde du microscope.

Il reste que le travail essentiel qui peut être effectué sur une photographie globale de ville est un travail d'interprétation. Cette interprétation vaut dans la mesure où non seulement l'appareil des lois historiques, mais aussi tout un arsenal de statistiques sont mis à notre disposition, et font en quelque sorte parler le document photographique. Ces statistiques concernent, par exemple la densité de population, diurne ou nocturne, et la densité de circulation des artères de la zone étudiée.

Après des renseignements de cette nature, quels sont les documents dont la confrontation avec la photographie aérienne peut se révéler profitable à l'étude de la cité? Précisément, les documents dont jusqu'à l'usage de l'aviation, les historiens devaient se contenter.

L'apport de l'aviation dans ce domaine ne peut donc être jugé qu'à la mesure des sources de documents antérieures. Le bref examen que nous allons en faire en révélera à la fois l'intérêt intrinsèque et la valeur de confrontation par rapport aux documents aériens.



Plan de Paris de Turgot. XVIII^e siècle. C'est un exemple de vision aérienne idéale.

Plan de Paris : XV^e siècle. Les façades des constructions sont représentées rabattues sur le plan.



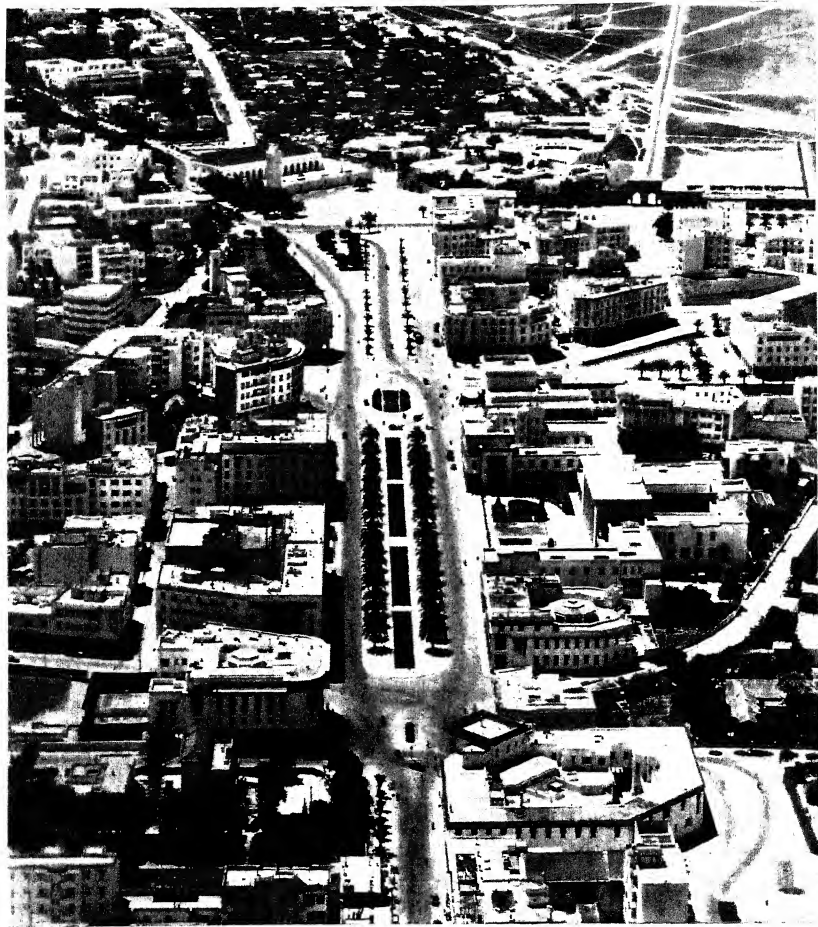


Photo Armée de l'Air - 33me Escadre.

Rabat : centre de la ville. Une vue aérienne prise à basse altitude nous renseigne sur le type de l'architecture locale et sur les effets des ordonnances urbaines.

Vision haute oblique et plans anciens. — Dans l'ordre historique, ce sont, bien entendu, les plans et relevés anciens qui constituent la source traditionnelle essentielle. Les plus anciens qui nous soient parvenus sur les cités importantes telles que Paris datent du XV^e siècle. Notons-en tout de suite le caractère à la fois approximatif et figuratif. Les orientations y sont relevées avec plus de soin que les distances, et surtout habitations et monuments sont présentés selon la vision qu'en a normalement le citadin. A ce titre le plan n'échappe pas aux règles plastiques du moyen âge : on ne se préoccupe pas de faire d'un plan ou d'une peinture la transcription de la vision théorique d'un œil placé en un certain point. On se borne à juxtaposer, à additionner sur le même document les indications utiles. On voit qu'on aboutissait par la disposition d'esprit la plus naturelle à dresser des plans offrant une synthèse de la cité assez voisine de celle que donne la vision aérienne oblique, tandis que le pur relevé de géomètre ne donne qu'un plan à deux dimensions et qui ne permet que des appréciations quantitatives.

L'invention de la perspective donne dès le XVI^e siècle à ces plans anciens plus d'exactitude, et ils acquièrent un caractère de vérité relative qui les rapproche davantage encore dans leur aspect de la vision aérienne actuelle. On peut admettre que ce progrès s'opère aux dépens d'une certaine commodité, puisque la vision aérienne oblique des habitations de tels plans, n'a effectivement perdu son caractère artificiel que de nos jours. Pour nous qui sommes déjà accoutumés à la vision aérienne, elle est au contraire suggestive, et la confrontation entre plan et photographie est parlante. Le plan de Paris de Turgot, au XVIII^e siècle, montre quels progrès sont accomplis dans ce domaine, à la veille du jour où l'usage de ces visions aériennes va disparaître au profit de celui désormais exclusif des plans et des coupes de géométrie pure. Il ne nous paraît pas fortuit que tout le XIX^e siècle soit à la fois une époque d'incompréhension profonde en matière d'urbanisme et une sorte d'interrègne entre le plan figuré et la vue d'avion pendant lequel on a méconnu la vision oblique au profit des relevés à deux dimensions.

Vision à basse altitude. — Au demeurant le destin essentiel d'une ville étant d'être habitée, et non regardée de Sirius, ni par l'observateur du plan de Turgot, situé à l'infini, une ville ne révèle bien entendu sa vraie nature qu'à son visiteur ou à son habitant.

Pierre Lavedan, dans sa seconde somme sur l'urbanisme de la Renaissance et des Temps Modernes (1941), a bien mis en valeur ce fait que, dès que la construction des villes s'est dégagée des impératifs religieux, elle a obéi à des mobiles supérieurs, et aux besoins de la défense instinctive du groupe : elle a été partagée entre les exigences essentielles de l'économique et de l'esthétique. Et l'urbanisme classique accorde la place primordiale à l'esthétique. Mais ce n'est qu'en

dénaturant le rôle du plan et en faisant une fin d'un simple moyen, qu'on a pu juger parfois la valeur d'un plan sur sa beauté plastique propre. En réalité, on juge essentiellement de la qualité d'une ordonnance urbaine, comme des éléments architecturaux de chaque construction, depuis le niveau des yeux du visiteur. La meilleure leçon de Versailles est là, quoiqu'elle n'ait pas toujours été bien comprise.

De ce qui précède il semble que l'on puisse tirer argumentation contre un usage trop généralisé de la vision aérienne.

Ce propos appelle cependant deux remarques: d'une part la vision aérienne, dans la mesure où elle est susceptible, grâce au tourisme populaire aérien, de devenir une vision courante, restituée, par delà les siècles, son sens à des compositions planes savantes, mais jusqu'ici assez vaines, parce que leurs perspectives terrestres avaient été parfois négligées.

D'autre part, la vision aérienne basse et rapprochée, et dont l'axe est voisin de l'horizontale, offre des cités un aspect qui présente de multiples avantages. La vue de Rabat reproduite ici, par exemple, a été prise dans l'axe de la perspective essentielle de la ville. Elle permet de se faire une idée assez précise de cette perspective jalonnée de palmiers, encadrée de hauts bâtiments administratifs et limitée au fond par des constructions néo-mauresques. Les façades nous apparaissent nettement, à peu de chose près, telles qu'elles apparaissent également à l'observateur terrestre. Sur un seul document nous trouvons associés au moins six plans de visions successifs, perpendiculaires à l'axe de l'avenue. L'association de ces plans multiples sur un même document permet de dégager aussitôt quelques lois générales, quant au style architectural qui a présidé à la construction du centre de Rabat: élévation de quatre étages en moyenne au-dessus d'un rez-de-chaussée en retrait bordé de piliers qui soutiennent les étages supérieurs et ménagent ainsi des zones d'ombre permanente le long des constructions, toitures en terrasses, façades nues où la proportion des vides par rapport aux pleins est plus faible que dans l'architecture moderne de la métropole, en raison du climat. Ensemble urbain de constitution assez désordonnée dès qu'on s'écarte de son axe, et d'aspect encore inachevé.

Ainsi les documents aériens en vision basse et très oblique fournissent des renseignements d'un ordre très différent de ceux qui se dégagent des plans ou des photographies aériennes en vision haute et verticale. L'utilité de ces documents est telle que pendant longtemps les dessinateurs de paysage urbain ont déformé visiblement les perspectives très limitées qui s'offraient à eux pour un champ de vision plus large. Ainsi les gravures du XVII^e siècle, d'Aveline par exemple, sont dans une certaine mesure des vues aériennes basses avant la lettre. Nous constatons, une fois de plus, que la photographie aérienne n'est pas venue se surajouter comme une technique incongrue à la science des villes, mais qu'elle répond à un besoin évident, de longtemps pressenti.

Vision aérienne verticale et plans modernes. — La vision haute oblique, conforme à l'esprit du plan de Turgot, et la vision basse et très oblique, vers laquelle



Photo Roger Henrard.

Paris : quartier de la gare de l'Est et de la gare du Nord, en vision verticale (le nord géographique est à gauche). Ce quartier de commerce et d'habitation est nettement délimité à l'est par le canal Saint-Martin, au-dessus duquel la texture du tissu urbain change. L'industrie s'y mêle à l'habitation.

Billancourt : zone presque exclusivement industrielle. Photographie en vision verticale.

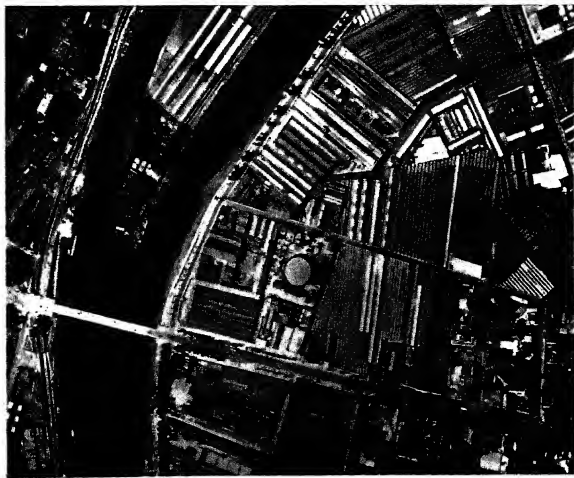


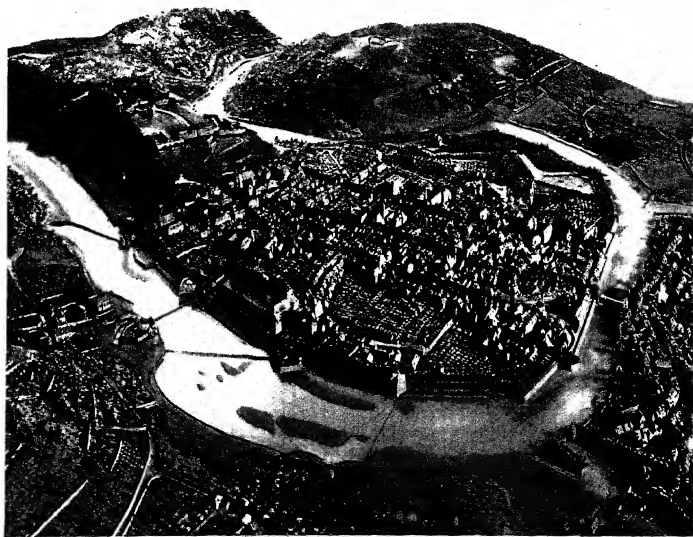
Photo Roger Henrard.



Photo Ministère Travaux Publics - I. G. N

Bergues : vision verticale à haute altitude. Le plan radiocentrique apparaît nettement, ainsi que les traces, sur les cultures, des anciennes fortifications.

Besançon au XVIII^e siècle. Maquette du Musée des Plans en relief, Paris, Hôtel des Invalides.





Tokio. Vue verticale d'un quartier périphérique. Hors du centre, la ville, sur des kilomètres carrés, présente cet aspect. Maisons de bois à toit de planchettes, petits jardins d'agrément plantés de bambous et de conifères, terrains vagues. Les voies de communication ont une disposition anarchique, née du foisonnement sans organisation préalable. Un réseau de ruelles limite les blocs suivant le dispositif ordinaire; il s'applique au mieux sur le dispositif peu cohérent des voies principales.

A. LEROL-GOURHAN.

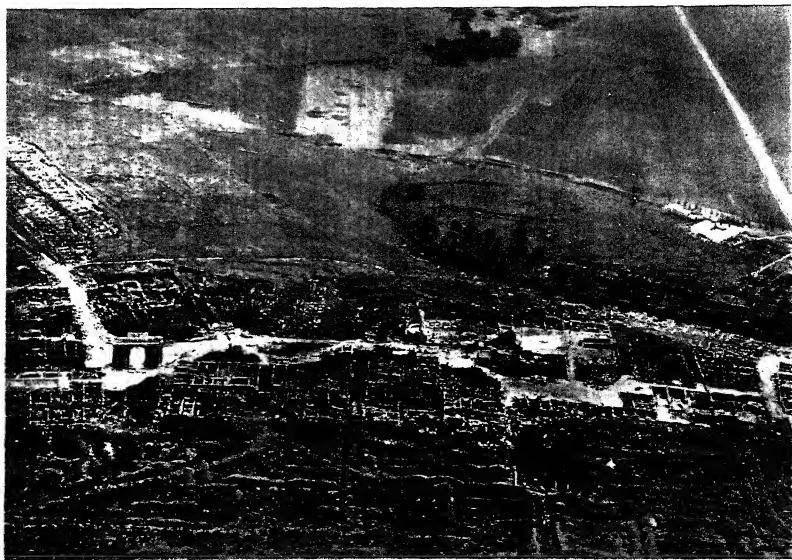


Photo E. Michaud.

Moulaï-Idriss (Maroc). Exemple de ville ancienne disposée en terrasses successives épousant et adoptant la forme des courbes de niveau.

Volubilis (Maroc). Ruines de la ville romaine. Le plan choisi est celui du damier.

Photo E. Michaud.



tendaient les graveurs de paysages urbains, ont, à n'en point douter, leurs titres de noblesse. Grâce à de telles photographies aériennes, le géographe pénètre la nature propre des villes soumises à son étude. Ni la qualité architecturale des cités, leurs particularités régionales, ni les effets de leurs ordonnances ne lui échappent. L'historien interprète ces documents avec non moins de profit puisqu'il possède souvent des documents dessinés anciens dont les auteurs aspiraient précisément à faire des visions aériennes. Cependant, dès qu'ils s'agit soit de construire, soit d'étudier une ville avec le maximum de précision scientifique on doit avoir recours à des documents dont on peut tirer des conséquences plus limitées mais plus précises: on utilisera alors les relevés des géomètres ou les photographies aériennes en vision verticale.

Les cartes d'état-major sont dressées à une trop faible échelle pour permettre des examens rigoureux. Cependant le contexte géographique est sur ces cartes tout entier inscrit, et son rôle n'est jamais négligeable: les mouvements de terrains importants qui en ressortent, les voies de communication naturelles soulignées par le faisceau des routes, des voies d'eau et des voies ferrées qui l'empruntent, constituent des données que ne sauraient négliger ni l'urbaniste, ni l'historien des villes. À cet historien, ces cartes d'ensemble sont également utiles dans la détection des groupements humains, parfois exigus, susceptibles d'illustrer, à la lumière des documents d'archives, des thèses sur la morphologie des villes. Mais le relevé le plus courant qu'utilise l'historien des villes est le plan cadastral.

Le cadastre complet établi au premier Empire est, pour l'histoire des villes et des villages de France, un recueil de documents capital. Mais quelles que soient les facilités qu'offrent les techniques actuelles et notamment la microphotographie pour mettre tous ces documents à la disposition du chercheur, les inconvénients pratiques, surtout pour les villes étrangères, sont considérables. La photographie aérienne, sans se substituer à ces documents, nous offre depuis quelques années, par sa vulgarisation, un moyen qui bouleverse les conditions de la recherche, sans compter qu'elle sert, dès à présent, à l'établissement des cartes et des plans cadastraux eux-mêmes, grâce à l'usage de la photogrammétrie. La photographie aérienne complète de Paris est elle-même en voie d'établissement: aucun document ne sera plus utile à la connaissance de la capitale et des problèmes que se posent administrativement à ses services d'architecture. Cette carte sera dressée en juxtaposant un grand nombre de photographies prises à altitude moyenne et préalablement rectifiées.

Outre la distorsion marginale, on sait que l'infériorité technique d'une photographie aérienne par rapport à une carte relevée, réside dans le fait que si la vision est exactement plombante au centre du document, elle est notablement oblique sur ses bords. Mais les avantages de tels documents sur n'importe quel relevé sont bien évidents. Tout le tissu urbain y apparaît avec des détails qu'on ne saurait envisager de faire figurer sur une carte dont l'échelle serait dix fois supérieure. À pareille échelle on doit généralement se contenter de dimensions conventionnelles, fausses pour les éléments utiles à situer, comme les places et les rues.

C'est ainsi que, de même que les routes sur les plans d'état-major, les rues sont fort grossières sur les plans usuels de Paris. Confronter de tels plans, qui fournissent la nomenclature avec les photographies aériennes comme celle du quartier de la gare du Nord et de la gare de l'Est, est plein d'enseignement pour le simple profane. Cette confrontation trouvera sa place dans les méthodes d'enquêtes proposées pour leurs villes, leurs quartiers, aux enfants instruits selon les principes de l'éducation active. Le luxe de détails dont nous comble une photographie aérienne a quelquefois un caractère pittoresque et presque puéril dont on ne pense pas à première vue que le savant puisse tirer profit. Or, d'un document photographique global, peut être déduit instantanément un grand nombre de relevés analytiques particuliers, propres soit à la densité de construction, à l'importance des cours intérieures, aux largeurs des voies, etc. Mais toute exploitation de ces relevés analytiques doit se faire en présence de la vision aérienne globale, qui nous remplace continuellement en face de la réalité totale du tissu urbain.

Selon le cas, la vue aérienne plongeante doit être prise à des altitudes bien différentes. Une vision haute comme celle de Bergues a l'avantage de nous présenter une ville dans sa totalité et de faire admirablement ressortir les voies essentielles. Cette vue illustre, comme on le verra, la théorie des villes radio-centriques spontanées, et sa confrontation avec le plan du *Teabium Urbium Belgiae Regiae* de 1649 nous montre que la petite cité de Bergues était restée tout à fait égale à elle-même jusqu'au malheureux bombardement de 1940.

Seule avait en grande partie disparu l'abbaye de Saint-Winoc, dont on distingue cependant encore la « Tour Bleue » par son ombre portée à droite de l'agglomération. L'ensemble de celle-ci, y compris les terrains aujourd'hui nus qui environnent Saint-Winoc, a été fortifié, puis ces fortifications ont été abandonnées. Mais le terrain en a gardé des traces très nettes. Des petits bois, des terrains cultivables très partagés en jardins dont chaque habitant semble avoir eu sa part, ont épousé exactement les formes des anciennes fortifications du type qu'a fixé Vauban au XVII^e siècle. Remarquons enfin que cette photographie a été prise de telle sorte que le champ de vision débordé largement l'agglomération propre de Bergues. Les larges étendues de terres cultivables qui constituent son voisinage, nous renseignent sur l'état de la propriété rurale dans la région dont Bergues est le marché. En outre, nous remarquons que plutôt que de s'agglutiner à l'agglomération ancienne, les zones de fixation récente s'en écartent et constituent des dépôts développés le long des trois principales routes dont Bergues est la rocade. C'est que Bergues, par la nature même de son plan, par ses protections successives : canal qui ceinturait la cité, puis fortifications modernes, a constitué un monde bien fermé sur lui-même sur lequel rien de vigoureux ne peut être greffé.

Par opposition à cette vue générale d'une petite cité nous allons rapidement analyser une vue, très fragmentaire, de la zone surindustrialisée de la pointe de Billancourt. La Seine sépare Billancourt, à l'ouest, d'Issy à l'est. La structure d'une pareille zone presque exclusivement occupée par des usines, ressort d'un état déterminé de la technique industrielle. Les données générales de la fabrica-

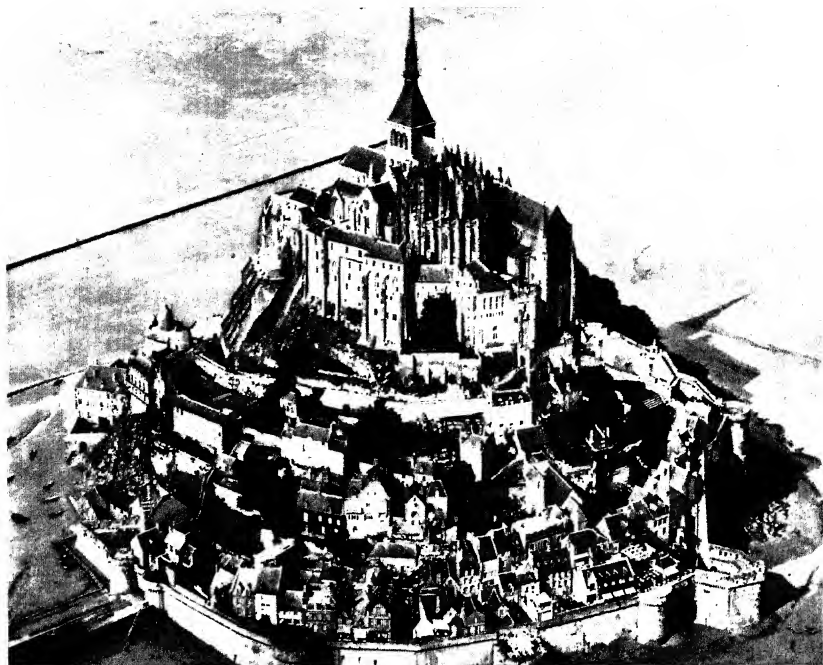


Photo C. A. P.

Mont Saint-Michel. Ce n'est pas le type d'un village radiocentrique puisque l'accès direct au centre est impossible en raison de la pente. L'accès à l'abbaye s'opère par la rue et le grand degré en ascension hélicoïdale.

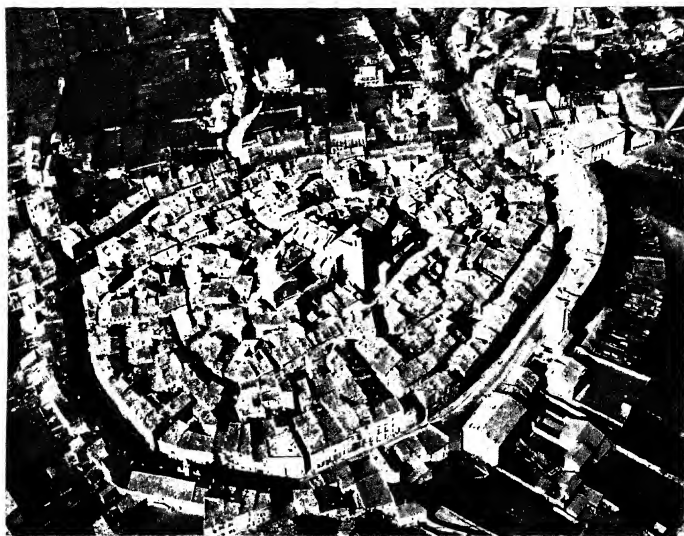


Photo Bayol.

Istres (Bouches-du-Rhône).

Deux exemples de villages radiocentriques.

Bram (Aude).

Photo C. A. F.



tion en série et des montages en chaîne imposent une extrême élongation à la plupart des ateliers. La standardisation de la construction des locaux industriels, qui est la seule poussée parce qu'elle est le fait des ingénieurs et non des architectes, contribue à accentuer cet aspect très hachuré du plan d'ensemble; mais quant à l'orientation de ces ateliers est-il possible de dégager quelque règle, soit consciente, soit obscurément appliquée ? La commodité imposait que les ateliers établis près du quai de la Seine soient implantés perpendiculairement à elle; ceux de l'île sont au contraire développés dans le sens de la longueur de l'île, puisque ses bords n'offrent pas, comme les quais voisins, une voie de dégagement. Ailleurs enfin, les ateliers s'ouvrent en général perpendiculairement à une artère. Il n'en reste pas moins que l'imbrication de groupes d'ateliers, les uns dans les autres est assez confuse, qu'aucun plan rationnel ne paraît avoir animé leur établissement général.

C'est que le développement de l'entreprise qui possède la plupart de ces ateliers, s'est fait par étapes successives à l'intérieur des mailles d'un réseau urbain déjà existant, et dont demeurent çà et là quelques groupes d'habitations. Le *zoning*, c'est-à-dire la spécialisation des terrains en zones industrielles, administratives, commerciales ou résidentielles, qui est un des buts que se fixent aujourd'hui les urbanistes, a atteint à Billancourt un certain degré d'évolution, mais l'établissement de l'industrie en cet endroit étouffe des établissements d'habitation résiduels antérieurs, et souffre lui-même de la présence des vastes zones d'habitation trop proches.

Nous avons ainsi cherché à montrer par l'exemple combien la photographie aérienne en vision plongeante pouvait être infiniment plus parlante, plus complète, et pouvait permettre d'aller plus loin dans l'analyse grâce à la multiplicité des renseignements qu'elle consignait simultanément. Des vues plus proches que celles que nous avons analysées, fournissent encore d'autres ordres d'indications précises, par exemple, dans les quartiers d'habitation, sur les espaces libres, les cours, leur degré d'envahissement par des installations artisanales, etc. En définitive, l'objet des vues aériennes n'est évidemment pas d'être systématiquement substitué aux plans cadastraux, mais d'être auprès d'eux un outil plus souple, plus complet dans la main de l'historien, et, grâce à son caractère plus convainquant et à la plus grande multiplicité de son usage, d'étendre à une bien plus large audience, la science et l'art urbains.

Synthèse de visions aériennes et plans en relief. — Vision oblique à altitude moyenne, vision latérale à basse altitude, enfin vision exactement verticale à altitudes diverses constituent trois possibilités de la photographie aérienne des cités, également valables, entre lesquelles le choix ne saurait nous être imposé. Selon le besoin auquel on fait face, et aussi selon la ville étudiée, telle vue est plus utile que telle autre. En règle générale, c'est l'association de ces trois sortes de documents, qui constituera la base indispensable de toute bonne étude. Parfois une vue oblique fournit le plan d'une manière nette et donne une idée des caractères architecturaux et des aspects de perspective urbaine qui ont pu être recherchés,

mais, généralement, on ne saurait s'en contenter. Au contraire la confrontation des trois vues restitue la réalité urbaine dans l'intégrité de ses trois dimensions.

Un autre moyen technique, en usage bien avant la photographie aérienne, nous restitue également les trois dimensions: ce sont les plans en relief. Il n'est pas aujourd'hui de projets d'aménagement ou de reconstruction de cité sans maquette de ville qui ne permette d'examiner la ville projetée sous tous ses angles. Mais la technique n'est pas nouvelle. Et pour ne parler que des plans en relief anciens encore existants, signalons que, sur l'ordre de Louis XIV, Vauban fit entreprendre les maquettes au 1/600^{me} des villes fortifiées françaises. Aujourd'hui, ces deux cents maquettes, exécutées avec une précision extrême et un souci du détail assez effarant, constituent l'essentiel du fonds du Musée des plans en relief aux Invalides.

C'est une source de renseignements d'une grande valeur historique sur l'état de nombreuses villes françaises au XVII^e et au XVIII^e siècles. Confronter plusieurs photographies aériennes actuelles de Besançon avec les vues similaires de sa maquette ancienne peut suffire à l'illustration de l'étude de son évolution depuis le XVII^e siècle.

A ceux de ces plans en relief qui restituent autour de la ville leur vaste paysage montagneux, on ne saurait dénier dans leur réalisme méticuleux et direct, une certaine valeur artistique; de même on ne saurait non plus la contester à certaines photographies qui replacent les villes dans leur cadre grandiose. Le document sur Chambéry présenté en fin de chapitre n'est nullement propre à l'analyse scientifique. Mais, dans la confusion même de la cité, on sent une force vivante, ambitieuse, à laquelle l'immensité nébuleuse du site du lac du Bourget lointain communique une attachante poésie.

L'ANALYSE HISTORIQUE DES VILLES PAR LA VISION AÉRIENNE

Il ne saurait être question d'entreprendre ici, à propos des possibilités offertes par la vue aérienne, une étude historique, si succincte qu'elle soit, de l'urbanisme. Mais jusqu'ici, nous n'avions eu d'autre but que de faire ressortir les données techniques de la photographie aérienne des villes par rapport à son objet. Maintenant, conviendrait-il sans doute de pénétrer d'une façon plus profonde la matière de l'étude elle-même. Certes, bien des documents ne témoigneraient que d'une totale anarchie de certaines structures. Tel est le cas de la photographie de Tokio présentée ici par M. Leroi-Gourhan. Mais cependant, par un choix d'exemples appropriés, il sera aisé de montrer vers quelle sorte d'étude cohérente nous conduisent les examens de vues aériennes, en partant cependant d'un échantillonnage très contrasté de documents. Pour simplifier, nous avons effectué ce choix dans des conditions de vision à peu près constantes, et qui sont celles de la vision oblique à moyenne altitude. Ces conditions suffiront à faire apparaître derrière la première sensation qu'on a de la physionomie de chaque ville, une classification et les premières ébauches des lois de la science urbaine.

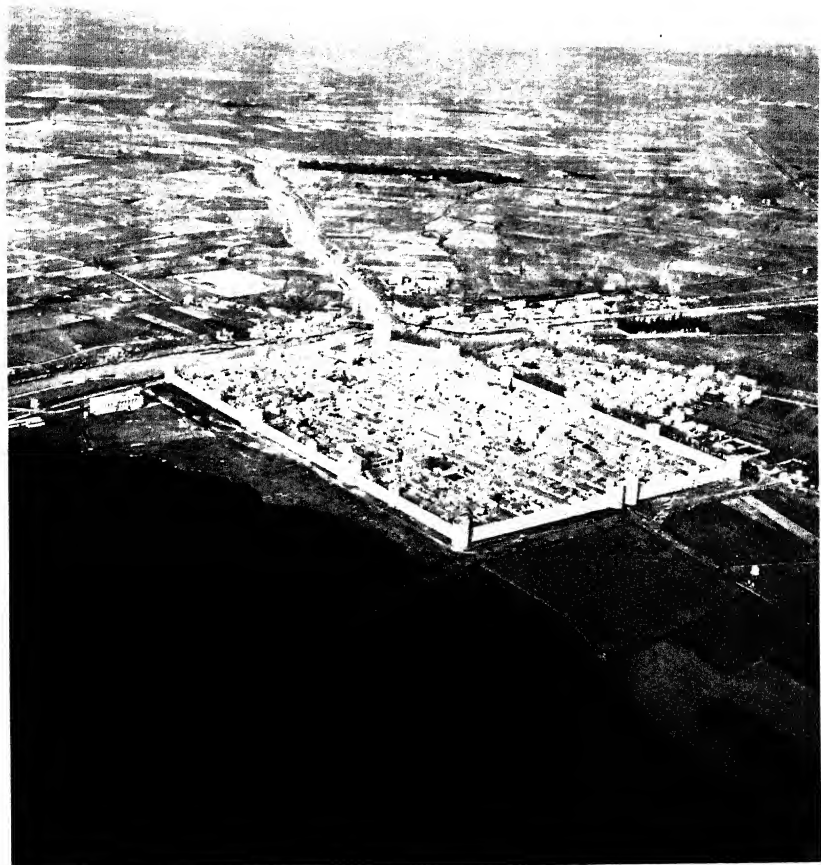


Photo Armée de l'Air - 33me Escadre.

Aigues-Mortes (Gard). Type de bastide du XII^e siècle. Ville fortifiée allongée le long de la côte de l'étang et tracée sur plan en échiquier.



Neuf-Brisach (Bas-Rhin). Ville forte du XVII^e siècle, due à Vauban. Plan en échiquier.

Photo Ministère Travaux Publics - I. G. N.

Photo Société Générale de Photo-Topographie.

La Roche-sur-Yon (Vendée). Plan en échiquier parfait.



Deux cas types: Moulaï-Idriss et Volubilis. — Le propre des vues aériennes est de faire ressortir les contrastes. La comparaison de la photographie des fouilles de Volubilis et de cette autre de la cité sainte de Moulaï-Idriss reproduites ici, illustre une opposition qui nous paraît fondamentale parmi les différentes espèces de villes.

Moulaï-Idriss, en Maroc français, est établi dans la région montagneuse de l'Atlas, sur un étroit plateau coupé par une vallée abrupte. Une grande partie de la ville est située à la droite de notre document, et s'étend sur une zone relativement basse, mais ici nous voyons l'agglomération monter littéralement à l'assaut d'un éperon rocheux. A la vérité, c'est cet éperon qui est, comme partout, l'établissement initial pour des raisons de défense et l'agglomération a envahi le plateau comme une sorte de coulée. On voit nettement sur la photographie les sinuosités de la ligne de plus grande pente, perpendiculairement à laquelle sont établies les façades des maisons. De la base au sommet de l'éperon, les constructions soulignent ainsi les courbes de niveau, tandis que les escaliers empruntent les lignes de plus grande pente. Moulaï-Idriss se présente comme le prototype de l'agglomération dont le dessin est défini par le relief lui-même, puisqu'il en est exactement la transcription cartographique. Un semblable document nous rend parfaitement cette impression d'une vie humaine étroitement dépendante du sol et dont la morphologie urbaine obéit à des lois qui sont du même ordre, par exemple, que celle des zones de végétation. On n'en saurait conclure que de semblables organisations qualifient des civilisations primitives; en effet, qu'il s'agisse de la station préhistorique de Standon Down, par exemple, ou des acropoles grecques ou de villes chrétiennes ou arabes, le bâtisseur s'y accommode d'un relief exigeant, toujours selon les mêmes lois.

La photographie des ruines de la ville romaine de Volubilis offre un tout autre enseignement. Bien que tous les murs subsistants ne se trouvent pas encore ici mis à nu, on suit avec aisance les tracés des voies principales, les plans des habitations, la situation des monuments publics, arc de triomphe et basilique. Le terrain plat n'offre aucune ligne préférentielle, donc, sur ce champ libre, le bâtisseur a dû lui-même inscrire ses intentions. Le plan choisi est celui du damier. Le tissu urbain se définit par une série de parallèles et de perpendiculaires. Cependant, des raisons, qui ne sont pas toujours discernables, ont conduit les bâtisseurs à prendre certaines libertés vis-à-vis de ce parti général. Remarquons, notamment, l'oblicquité de la voie de gauche. On voit aussi que la voie qui s'ouvre devant l'arc de triomphe n'a pas une largeur constante, mais que ses murs s'écartent pour améliorer la perspective de l'arc. Le souci esthétique se surajoutant aux besoins économiques de la cité est donc bien visible. En fin de compte, cette vue nous offre l'exemple typique d'une ville de colonisation. Cette ville est née en un lieu qu'une vaste stratégie, et non les facilités d'une défense locale, a défini. Elle s'inscrit dans le plan d'équipement et d'organisation de tout un empire. On lui a donné des formes prévues d'avance, qui se sont adaptées au terrain, parce que le terrain n'était pas exigeant, et son quadrillage se prête à

toutes les possibilités, au succès comme à l'échec, puisqu'il est infiniment extensible: à tous les stades il constitue un tout viable. Quant au souci d'esthétique, ce n'est certes qu'un souci second, subordonné aux exigences profondes de la gloire divine et de la gloire militaire.

Les villes radiocentriques. — En opposant Moulaï-Idriss à Volubilis, nous avons cherché à dégager les cas extrêmes. Nous remarquons que la vue aérienne est également propre à l'examen de substructions de villes disparues et à celui d'une ville dense à l'extrême. Et notons aussi que toutes les indications que nous avons données, nous les avons dégagées du seul examen de ces documents. La confrontation avec des cartes et des plans, confirmerait ces données et permettrait de les approfondir, mais ces cartes et plans seuls, privés du secours de la photographie aérienne, seraient évidemment, sur la matière qui nous occupe, d'un intérêt bien inférieur, à moins d'avoir été spécialement dressés en vue d'une semblable étude, ce qui suppose le problème à demi résolu.

Nous allons poursuivre l'examen de diverses photographies aériennes de villes. Un choix approprié permettra de mettre en valeur quelques-uns des types de tracés urbains les plus remarquables. Le premier sera illustré par le Mont Saint-Michel, Bram, Istres et Bergues.

Ce qui frappe immédiatement dans l'examen de la photographie aérienne du Mont Saint-Michel, c'est la composition circulaire de toute l'agglomération. Le rocher, de forme conique et entouré par la mer de tous côtés, imposait, évidemment, ce développement. Mais la cause profonde de l'établissement du village est l'abbaye et son pèlerinage. Or, rien n'est plus frappant sur ce document que la prédominance du monument sur le village. Le monument a tout naturellement été placé au sommet de l'île, au point le plus difficilement accessible. Il est lui-même constitué de bâtiments concentriques, centrés autour du lieu saint central. Cette idée qui ne ressort que d'une longue étude archéologique et peu aisément d'une visite sommaire, se dégage immédiatement de la vue aérienne; autour du noyau central du sanctuaire, on voit se développer, de droite à gauche: la Merveille, le Châtelet, la Belle Chaise, les successifs logis abbatiaux. Le site portait naturellement à cette disposition, mais les nécessités de la défense en faisaient une obligation. Un autre croissant plus vaste est constitué par l'agglomération, resserrée entre les remparts et l'abbaye, et dont la nervure principale est la «Rue» du Mont qui monte en hélice vers l'entrée de l'abbaye. Cette ville de pèlerinage est donc tributaire non seulement de la forme du terrain, mais aussi de la présence d'un centre d'attraction essentiel qui est l'abbaye et qui est la cause même de l'établissement urbain sur ce roc isolé.

Le facteur des exigences du relief disparaissant, une telle attraction est-elle susceptible d'avoir un effet sur la forme de l'agglomération? C'est ce que nous permettent d'affirmer les photographies aériennes de Bram (Aude) ou d'Istres (Bouches-du-Rhône). On ne saurait l'expliquer sans le concours d'arguments historiques. Les villes du moyen âge nées spontanément autour d'une abbaye, d'un château, d'une fontaine, ou celles qui se sont dévelop-



National Film Board Photo.

Calgary (territoire d'Alberta, Canada). Ville américaine définie par la voie ferrée.



Photo Air France.

Chicago (U.S.A.).

pées sans règle préétablie autour d'un noyau plus ancien, présentent presque toutes, en effet, ces formes radiocentriques : des cercles concentriques enveloppent un monument central, ici l'église, à la fois pour le protéger et afin que chaque groupe de maisons se trouve en relation directe avec lui. Ce sont à la fois les besoins de la défense et l'attraction du monument qui définissent de pareilles formes. Pierre Lavedan compare très justement ces plans de ville aux sections des arbres, où chaque année un cerne nouveau enveloppe les précédents : la ville radiocentrique voit s'ajouter de nouveaux cercles de maisons au fur et à mesure de son développement. Chaque cercle a constitué tour à tour un moyen provisoire de défense. Les rues concentriques ont tour à tour remplacé des fossés de défense successifs. La comparaison entre Bram et Istres nous montre que le plan radiocentrique n'a pas toujours la régularité parfaite que présente le premier. D'ailleurs, on voit que le développement plus moderne de Bram s'est fait le long de routes d'accès, parallèlement et perpendiculairement à elles. Un second centre d'attraction a été constitué par le marché. Un autre groupe d'habitations est en voie de formation auprès de la gare. Dans tous ces développements récents, le radiocentrisme n'a pas joué : les maisons se sont alignées sur des voies de circulation rectilignes. De fait, dès que l'agglomération atteint certaines dimensions, le plan radiocentrique devient incommode. A Istres, la cité est restée tout entière sur le plan radiocentrique initial : au delà du large boulevard qui entoure la ville, les maisons récentes continuent à suivre sa loi. Mais Istres n'offre pas la perfection géométrique de Bram, car les premières maisons serrées contre l'église ont donné au noyau primaire une forme ovoïde qui s'est conservée dans les anneaux extérieurs.

De semblables documents permettent de remarquer également l'étroitesse des ruelles d'accès au centre, la forme et la disposition des toits. Qu'ils soient à une ou deux pentes, ces toits de tuile de bourgades méditerranéennes ont une orientation qui se modèle sur le plan de la ville, et leur angle de pente est très faible.

Le plan de Bergues, dont nous avons déjà parlé, est du même type radiocentrique. Il y a lieu de signaler que le groupement radiocentrique ne s'est pas effectué autour de l'abbaye initiale de Saint-Winoc, mais à côté d'elle, autour d'une église plus récente où un comte de Flandre fit transporter les restes du saint.

Les villes anciennes en échiquier. — Par opposition aux villes radiocentriques, montrons quelques exemples de ville en échiquier. Nous avons vu sur les vestiges de Volubilis, que c'était le plan approprié à une cité, née non pas spontanément, mais par fait de prince, pour les besoins de peuplement, de colonisation ou de stratégie générale d'un empire. Après les colonies grecques d'Asie, d'Italie ou d'Egypte, les villes de l'Empire romain, le moyen âge nous en offre des exemples. Aigues-Mortes est l'une de ces multiples bastides méridionales, dont l'enceinte rectangulaire a conservé intacte l'agglomération bâtie sur un plan en damier. Mais la photographie aérienne révèle immédiatement que le tracé n'est pas d'une régularité absolue. Le quadrillage des ruelles est légèrement oblique par rapport aux remparts. Une vue moins oblique révélerait que les îlots

sont de formes très variées; la plupart des artères sont interrompues et buttent sur des îlots afin que les vents dominants ne les prennent pas en enfilade. Hors des remparts on voit que se sont fixés quelques groupes d'habitation récents. Les canaux et les routes les ont déterminés. Aigues-Mortes apparaît sur ce document dans son cadre grandiose, près de l'étang où demeurait la flotte de saint Louis au bord de l'immense plaine languedocienne. On a bien le sentiment qu'Aigues-Mortes est une œuvre d'une seule venue, conçue selon les plans précis d'un créateur que ni des établissements humains antérieurs, ni le relief du sol ne gênaient. L'histoire nous confirme que saint Louis établit Aigues-Mortes sur un désert et qu'elle fut totalement édiflée en quelques années.

Si à Aigues-Mortes, la nécessité de longer le rivage primait et imposait à cette ville fortifiée une forme oblongue, par contre il est plus logique qu'une place forte terrestre, comme Neuf-Brisach, sauf exigence contraire du sol, n'ait pas de dimension préférentielle. Les villes de Vauban ont en général un dessin d'une régularité parfaite. Les fortifications étoilées, dont la vision aérienne révèle tous les contours en dépit de l'envahissement de la végétation, s'organisent autour d'un octogone régulier dont les casernes bordent les côtés. Les besoins de la défense, de la facilité de manœuvre, auraient pu porter Vauban à effectuer un tracé radiocentrique à l'intérieur de ce polygone inscriptible. Il n'en est rien: le tracé des rues est celui d'un parfait échiquier. Mais les quatre carrés centraux sont occupés par la place d'armes, destinée aux revues. Les rues principales, prolongement des routes d'accès à Neuf-Brisach, se croisent au centre de la place. Le besoin de simplicité et les recherches de perspective rejoignent ici les préoccupations de commodité militaire.

Cette nouvelle orientation de l'urbanisme est sensible dans les villes nouvelles françaises et l'extension des anciennes, pendant le XVII^e et le XVIII^e siècles. La Roche-sur-Yon nous montre sur la photographie prise en vue plongeante, un échiquier composé avec un grand soin. Le dessin de la place centrale est générateur de la composition de toute la ville. Il définit des îlots qui ont soit un quart, soit la moitié de sa surface. Des places latérales égales à son quart sont disposées symétriquement par rapport à elle. Enfin, un vaste boulevard délimite le tracé primitif de la ville. A l'extérieur, les faubourgs devaient nécessairement prolonger ce tracé, mais avec moins de rigueur.

Notons que ce document remarquable sur La Roche-sur-Yon nous permet de faire d'autres constatations sur l'occupation des îlots: les surfaces vertes y sont nombreuses. Les bordures des habitations privées contrastent avec les grandes masses des bâtiments publics. Un problème de circulation, celui de la fourche, qui se présente si fréquemment aux abords des villes, a été résolu dans la partie basse du document, grâce à l'aménagement d'une rocade: les voitures impriment les traces de leur passage et l'on peut apprécier l'importance relative des sens de circulation.

La suite des documents que nous venons de commenter a déjà suffi à dégager certaines lois. C'est ainsi que nous observons qu'une ville en damier comme

Aigues-Mortes ou Neuf-Brisach, construite pour des raisons stratégiques et fermée par une défense, n'a pas imprimé son mouvement aux développements extérieurs et ultérieurs. Au contraire, La Roche-sur-Yon a trouvé dans l'échiquier une forme largement extensible au delà de la ville initiale. La fin du XIX^e siècle et le début du XX^e, ère des villes champignons américaines, retiennent justement dans l'échiquier son caractère d'extensibilité infinie.

Les villes modernes en échiquier. — Ville neuve typique du continent américain, Calgary, au Canada, s'est fixée dans la vaste plaine uniforme de l'Alberta. Seule la confluence de deux rivières qui n'entravent d'ailleurs pas l'extension de la ville, a pu contribuer à en déterminer la situation exacte. L'incidence historique est également négligeable: de l'ancien fort franco-canadien de Jonquières, il n'y a nulle trace. Ce document impose par contre immédiatement à l'esprit le rôle essentiellement commercial de la ville: en effet, pas de témoignage d'une vaste industrie en rapport avec l'extension de l'habitat; par contre, la voie ferrée sectionne la cité en deux nappes et attire à elle une concentration de buildings administratifs.

On peut remarquer également que le tracé en damier de la ville entière se ressent du développement en longueur de la zone d'attraction qu'est la gare: les cases du damier ne sont pas carrées mais s'étalent dans le sens de la voie ferrée. Notons aussi qu'il apparaît dans les boucles de la rivière de gauche des centres d'attraction secondaire, causés par l'agrément du site. Evasion bien compréhensible hors de cet implacable tracé où, sur des kilomètres carrés, rien ne distingue un carrefour d'un autre carrefour. Seul le centre administratif a quelque mouvement, par la façon diverse dont s'accomplit la conquête de la hauteur.

C'est ce même parti d'échiquier parfait qui a été adopté à Chicago. Il est à remarquer que les rues sont orientées selon les points cardinaux — parti également adopté pour les frontières entre les Etats, en particulier pour la frontière proche de Chicago, tandis que la côte du lac Michigan est orientée NNO-SSE. La voie ferrée zèbre la ville et suit la côte du lac. Tandis qu'à Calgary la voie ferrée est l'élément déterminant de la cité, ici c'est un élément, certes important, mais surajouté. Le document que nous possédons montre la partie centrale de l'immense agglomération, comprenant le quartier des affaires au fond, faite d'une multitude de sky-scrapers, et, situé près du port, au premier plan, le Jackson Park, également occupé en partie par des buildings, et, au milieu, une zone intermédiaire faite de constructions basses. Notre document met surtout en valeur l'aménagement du Jackson Park, établi sur des terrains gagnés sur le lac. Le rapprochement que seule une vue aérienne peut fournir entre le vaste musée néo-grec du premier plan et les hautes constructions voisines est également bien à l'image de la société américaine, où l'audace côtoie le traditionalisme formel.

Un document, pris à grande altitude, de Dakar nous montre qu'une ville moderne, tout en exploitant les grands avantages qu'offre l'échiquier pour la circulation mécanique, peut adapter son tracé au site et trouver des règles de composition qui échappent à la pauvreté d'un quadrillage par trop systématique.

Dakar est établi sur une presqu'île très allongée et un immense boulevard constitue la nervure principale de la ville et assure la communication directe des défenses militaires, situées sur la pointe extrême, avec l'arrière pays. Un quadrillage régulier occupe toute la partie sud de la ville. Au centre de la presqu'île, sur l'arête centrale, une rocade distribue clairement la circulation. Il y a donc juxtaposition d'un plan radiocentrique et d'un plan en échiquier.

La même ville coloniale nous offre justement sur cette autre vue très rapprochée, l'exemple d'une disposition intermédiaire entre ces deux dispositions typiques. La figure génératrice de ce quartier est le pentagone au centre duquel est établi le marché. Les prolongements des côtés de ce pentagone et l'artère partant de l'un des sommets face à l'entrée du marché, composent un réseau qui présente les avantages du damier, en particulier l'homogénéité du réseau de circulation. Mais s'affirme également l'attraction du marché sur tout le quartier et, à ce titre, ce tracé est radiocentrique.

La comparaison de ces deux documents de Dakar nous montre qu'en faisant varier l'altitude, la photographie aérienne nous permet d'attacher notre attention soit à la configuration générale d'une grande cité et à son réseau principal, soit à la structure interne d'une de ses cellules. C'est, comme le microscope dans le monde de l'infiniment petit, un moyen d'une souplesse idéale pour le chercheur.

Cas plus complexes. — Nous avons donné jusqu'ici des exemples de villes typiques dont le plan se ramenait à des cas simples. Si l'usage de la photographie aérienne en matière de science des villes se bornait là, ce ne serait pourtant en fin de compte qu'un médiocre instrument. Quelques exemples de cas de moins en moins simples nous montreront que la vision aérienne offre mieux que l'illustration des théories. C'est aussi le moyen d'analyse le plus propre d'abord à nous familiariser avec la nature d'une ville, ensuite à nous permettre de donner une signification à chacune de ses parties. Nous allons à cet effet examiner quelques photographies de villes importantes auxquelles les contingences géographiques et historiques ont donné leur figure propre: Berne, Copenhague, Toulouse, Paris, Rome.

Berne occupe un plateau dominant de 35 mètres, sur trois côtés, les rives de l'Aar. Ce site proéminent, très allongé d'est en ouest, a commandé tout le développement de la ville. Celle-ci s'est constituée le long de lignes parallèles légèrement infléchies pour mieux suivre la courbure du bord du plateau. Sur le bord sud, de meilleure exposition, se sont établis successivement tous les monuments publics: cathédrale, bibliothèque, Hôtel de la Monnaie, Palais fédéral. Seul le Rathaus du XV^e siècle (Hôtel de Ville), au nord, paraît s'être appliqué à prendre une position symétrique de celle de la cathédrale. Les rues transversales sont rares et étroites. La ville est ainsi composée d'îlots identiques très allongés. Le développement de la ville hors de son site initial tient à la qualité de capitale fédérale de la Suisse, qui échut à Berne en 1848. Le premier établissement est lié aux rives opposées par de vastes ponts métalliques qui



Photos Agence Economique des Colonies.

Dakar (A.O.F.). Vue d'ensemble à très haute altitude.

Dakar. Place du Marché. Vue à très basse altitude.





Swissair photo.

Berne. Tracé en échiquier tributaire du site : la ville et ses îlots sont très allongés à l'intérieur de la boucle de l'Aar.

évitent la descente dans le fond de la vallée et maintiennent la circulation au niveau du plateau. Au nord, c'est-à-dire sur le coin supérieur gauche du document, on voit qu'un tel pont, de construction récente, a isolé du trafic toute la pente extérieure à la boucle de l'Aar. Cette zone bien orientée est devenue aussitôt la zone résidentielle des pavillons et des jardins. Les constructions élevées et groupées reprennent au delà du point où le pont se termine.

A l'est, c'est-à-dire dans le coin droit inférieur du document, la survivance du vieux pont a gardé sa vie au bas quartier. La rue qui y accède et qui se courbe pour atténuer la dénivellation dessert également tout le bas quartier qui s'allonge au bas et au sud du plateau. Entre ce quartier et le plateau s'étend une zone de terrasses, dont la forte pente interdit toute liaison directe avec le plateau.

Beaucoup d'autres remarques pourraient être tirées de pareils documents. L'esprit de la cité s'en dégage remarquablement: sa netteté, l'homogénéité de ses constructions, l'accord entre ses bâtisses modernes et ses hôtels anciens. Mais de l'analyse qui vient d'être faite, il n'est pas un élément qu'à lui seul l'examen de la photographie aérienne ne puisse révéler. L'usage des plans anciens ou modernes n'apportera après lui que quelques moyens de contrôle.

Copenhague présente un grand intérêt pour les historiens de l'urbanisme. C'est le type des villes à canaux de l'Europe du Nord. Les bras du Sund ont inscrit dans des limites strictes la ville initiale et ont conditionné ensuite ses développements.

1) La capitale du Danemark est née d'un château élevé au XII^e siècle dans l'îlot de Slotsholmen, qui fut reconstruit plusieurs fois et dont notre document met bien en valeur le plan et le caractère. A la droite du palais et des places ménagées sur ses abords, Christian IV installa l'arsenal dès 1598. On voit encore des bâtiments industriels voisiner ainsi avec le château royal.

2) Dans le coin supérieur droit du document, on voit une partie du premier développement de Copenhague hors de son îlot initial. Il s'agit de Christianshaen, qui fut fondée en 1617 et devait être à l'origine indépendante de Copenhague. Ce que nous en voyons ici suffit à nous montrer qu'elle fut construite sur un plan en échiquier rectangulaire. Christian IV rejeta en effet les plans plus originaux qu'il avait demandés à Jean Semp.

3) Au nord de l'île du château, Christian IV fonda un autre quartier, celui des Nye Skipperboder, destiné aux habitations des équipages de la flotte. C'est le quartier qui encadre l'îlot du château. Il est constitué, comme on le voit, par de petits échiquiers, dont le tracé est d'ailleurs dénué de toute rigidité: dans la partie gauche de notre document, on le voit se courber pour épouser, en l'atténuant graduellement, la courbure du canal.

4) A la fin du XVII^e et au XVIII^e siècles, Copenhague va se développer encore, mais dans un autre esprit. C'est l'influence française qui va dominer et se manifester dès 1688 par l'aménagement d'une première place royale: la Kongen Nytorv, qui apparaît dans le coin gauche supérieur de notre document avec son jardin circulaire. Mais cette place ne comporte pas les ordonnances et les

symétries qui, avec la statue centrale, sont le propre des places royales. Elle marque ici seulement le départ des quartiers du XVIII^e siècle de Copenhague, qui contrastent avec la cité féodale, et dont le joyau est Amalienborg.

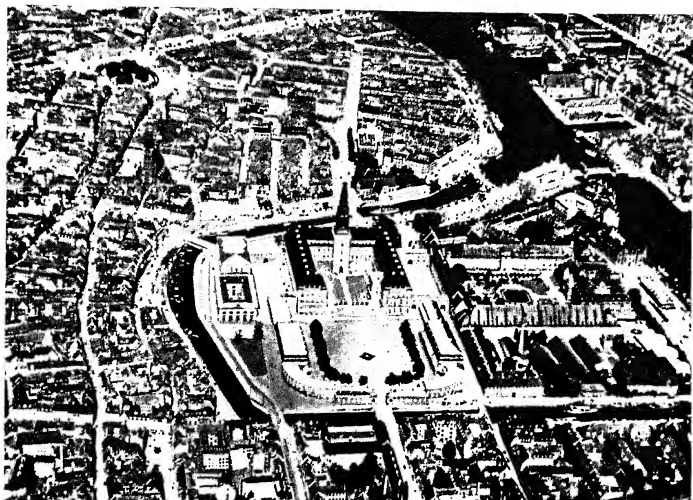
Dans la vue des quartiers nord (à gauche) et ouest (à droite) de Toulouse, le destin de la capitale languedocienne est inscrit. En effet, en dépit des limites très étroites de ce document, la courbe de la Garonne venant du sud-ouest (en haut à droite) s'infléchissant en plein nord (au centre) puis repartant vers le nord-ouest (en bas à droite) est très nette. Or c'est cette situation de point le plus oriental de la Garonne, donc le plus proche de la Méditerranée, qui explique l'essor de Toulouse et même sa fondation. Et il n'est qu'apparemment paradoxal que Toulouse soit devenue la capitale du Languedoc en même temps que son point le plus occidental.

La ville de Toulouse garde dans le tracé de ses rues étroites le souvenir de son enceinte romaine. On voit ici le point nord où cette enceinte se rattachait à la Garonne (au niveau du pont suspendu rive droite, à gauche sur notre document). Six lignes convergent sur ce point: le quai, l'étroite ruelle voisine, une rue plus ouverte, dont le prolongement aboutit au niveau de l'église des Jacobins. Trois autres rues développent l'éventail autour du même point. Cette convergence servait l'un des ports de Toulouse sur la Garonne, définie par l'encoche aujourd'hui boisée; le second port de forme analogue se trouve au-dessus. Par ailleurs la multiplication des ponts a favorisé le développement du quartier excentrique de Saint-Cyprien (placé à l'intérieur de la boucle de la Garonne — quartier des hospices : Hôtel Dieu, hospice Saint-Jacques avec son dôme) qui est devenu très peuplé avec l'essor industriel et commercial de Toulouse.

Ajoutons enfin que, si la navigation sur la Garonne ne joue pratiquement aucun rôle avant Toulouse, l'usage du fleuve comme force motrice est très ancien. On a au premier plan un exemple très clair de l'installation du Moulin de Basacle. En amont, au sud, Toulouse possède des installations analogues. Aucun document dessiné, fût-ce le plan le plus minutieux, ne rendra aussi évident le captage et la chute de niveau qu'un pareil document.

Mais à cette vue du vieux Toulouse, on ne saurait résister à la tentation d'opposer une vue des aménagements du XVIII^e siècle de la même ville. La place royale qui a pris forme à Paris, et que l'étranger, notamment Copenhague, a imité, revit à Toulouse mais comme l'illustration parfaite du plan radiocentrique, tandis que dans ses premières formes, elle s'inscrit à l'intérieur d'un échiquier. On peut voir là un des exemples du souci du XVIII^e siècle de s'affranchir partout de l'ennuyeuse ligne droite. L'époque du décor rocaille, des salons ronds, est aussi dans la province française celle des places circulaires.

Ce document de la place Wilson de Toulouse, ancienne place Royale, est tellement dense de vérité qu'il semble nous faire pénétrer dans l'âme de la ville languedocienne. Les maisons de brique de la place ont été peintes au XVIII^e siècle en blanc par honte des matériaux sans noblesse, mais aussi par souci de la sécurité publique, la luminosité des façades étant de nature à protéger contre les malan-



Copenhague. Développements juxtaposés de quartiers d'époque différente. L'établissement initial est cerné par les canaux.

Photo Bureau d'information du Gouvernement danois.

Toulouse. Des bords de la Garonne, vers la tête du pont suspendu, où était installé un des ports de Toulouse sur la Garonne, viennent converger six rues de la vieille ville, dont plusieurs correspondent à des tracés d'anciens remparts. A droite, le quartier Saint-Cyprien.





Photo E. Michaud.

Toulouse. Place Wilson, ancienne place royale du XVIII^e siècle, due à Mondran.

Swissair photo.

Rome. La place Saint-Pierre et le Borgo.



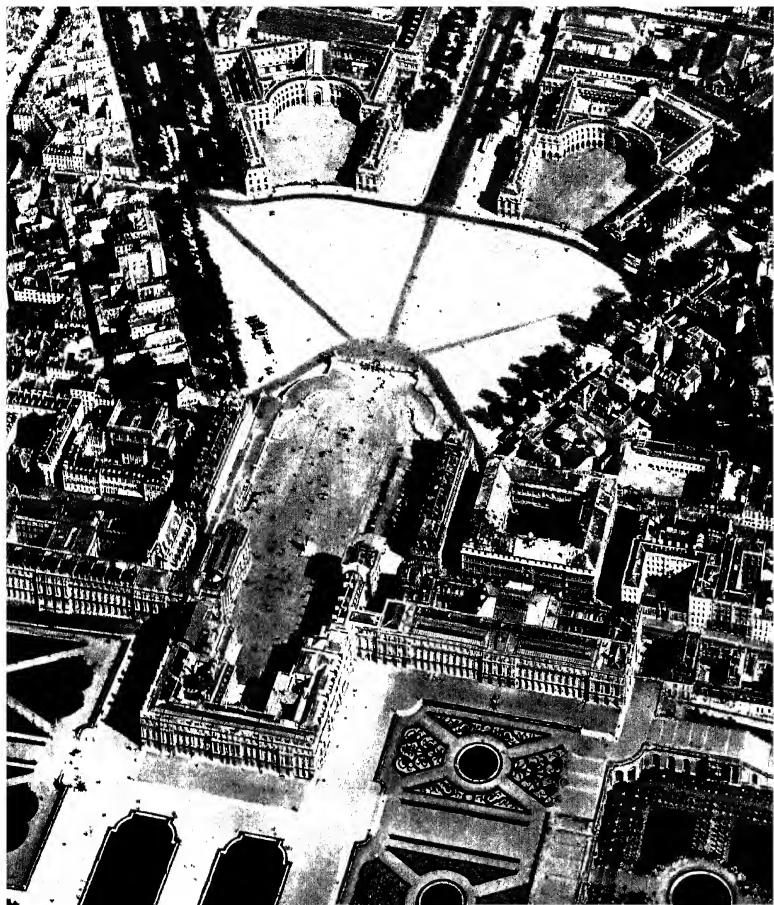


Photo Bayol.

Versailles. Le chef-d'œuvre de l'urbanisme classique : la place d'Armes et le château.



Photo C. A. F.

Paris. L'île de la Cité, l'île Saint-Louis. La rive gauche de la Seine.

drins les paisibles promeneurs. Aujourd'hui, objet de la sollicitude des pouvoirs publics, la place est en train de retrouver sa brique originelle. Mais elle est surtout le centre de la vie de plaisir de la ville: les grands cafés, les grands restaurants, les cinémas y abondent. Cependant les toits en tuile romaine nous rappellent aussi le charme très provincial et très méridional de Toulouse, et l'étroitesse de ses cours intérieures nous révèlent les tares de son habitat.

Plusieurs documents nous ont montré qu'un monument pouvait être à l'origine du développement d'une cité, et que pour le protéger et pour y avoir aisément accès les habitations s'établissaient alors fréquemment autour de lui en cercles concentriques. Pour terminer cette étude, nous voudrions donner deux exemples choisis dans Rome et dans Paris où les monuments ont également déterminé autour d'eux les lignes de l'établissement urbain, mais d'une façon plus complexe.

Le premier édifice de la chrétienté, le plus vaste et le plus chargé de gloire spirituelle, la basilique de St-Pierre auprès du Palais du Vatican, devait naturellement poser un problème à l'organisation urbaine de Rome. Avant même qu'elle ne fût achevée et que ne fût édifiée la colonnade qui semble embrasser la foule des fidèles, s'est posée la question des moyens d'accès. Un seul pont (qu'on voit au fond) le pont Saint-Ange, face au château du même nom, menait la foule romaine de la rive gauche du Tibre au Vatican. Depuis le château Saint-Ange deux rues, le *Borgo Vecchio* et le *Borgo Nuovo*, conduisent au Vatican. Elles s'avèrent insuffisantes. On voit, sur leur gauche, qu'on aménagea un troisième accès le long duquel on ne bénéficie pas de la perspective de St-Pierre: le *Borgo Saint-Ange*. Le document suffit à nous montrer qu'il est illogique. Une troisième rue fut aménagée à leur droite: le *Borgo San Spirito* qui justifie l'établissement du nouveau pont que prolonge, rive gauche, la *via Giulia*. On remarque aussi que dans le *Borgo San Spirito* débouche la *via Lungara* que longe le fleuve sur sa rive droite. Ajoutons que des travaux récents ont permis le développement de la perspective entre le *Borgo Nuovo* et le *Borgo Vecchio*. L'îlot le plus proche de St-Pierre a disparu, et la petite place *Rusticucci* se trouve ainsi plus étendue que sur notre document.

Ce document fait également ressortir le contraste entre le vieux quartier établi en damiers, avec ses constructions basses et le quartier moderne voisin, dont les voies s'ouvrent en éventail à l'est de la *Piazza di Resorgimento*. Mais, ce qui apparaît avec évidence, c'est l'effet remarquable de la colonnade du Bernin, dont les bras courbes se raccordent à deux ailes symétriques légèrement divergentes et qui prolongent aussi le dessin du *Borgo* et de la petite place *Rusticucci*. Le dallage de la place avec ses dessins géométriques clairs donne, vu d'avion, tout son effet. Quant au Palais du Vatican, il révèle l'enchevêtrement de ses bâtiments construits à diverses époques. Enfin de la basilique elle-même, nous pouvons retenir que sa façade constitue un corps surajouté n'appartenant pas à l'organisation initiale de l'édifice.

La ville classique idéale: Versailles. — Nous terminerons en montrant l'in-

contestable chef-d'œuvre de l'urbanisme classique : la place d'Armes de Versailles devant le château. Trois voies larges et ombragées y aboutissent, avec le plus prestigieux château du monde comme fond de décor. Petites et grandes écuries royales placées symétriquement prolongent le développement pondéré et majestueux des lignes horizontales du château. Les constructions civiles s'allongent parallèlement au château jusqu'au niveau des ailes des Ministres, puis dans le sens des avenues latérales qui convergent, avec les rues parallèles au château, sur la statue du roi. Ainsi tout le site urbain est organisé sur le château, et le site et le château lui-même sur la statue royale.

L'UTILISATION DE LA PHOTOGRAPHIE AÉRIENNE PAR L'URBANISTE

Critique de l'urbanisme d'Hausmann. — Les analyses que nous venons de faire de plusieurs documents aériens nous ont parfois conduit à signaler les tares que comportait jusqu'à une certaine époque un groupement urbain, et la façon dont on y avait porté remède. Si l'on ne parle d'urbanisme que de nos jours, ce n'est certes pas que le passé ne se soit préoccupé de la question et qu'il ne soit pas riche d'enseignements. Toutefois la recherche des tares et l'application des remèdes n'y furent pas systématiques. Beaucoup de villes françaises, par exemple, ont conservé à travers les siècles leur tracé médiéval, l'époque classique s'étant bornée à lui juxtaposer quelque place, quelque avenue aux harmonieuses perspectives. Or, les problèmes posés par l'accroissement de la population urbaine, conséquence de l'industrialisation, et par le développement des moyens de circulation mécanique, ont marqué un tournant dans l'histoire des villes. Dans leur noyau central, une chirurgie parfois radicale a dû être pratiquée pour éviter l'étouffement. D'autre part toute cité et sa région a été l'objet d'aménagement général auquel sont astreintes les constructions à venir. Enfin des urbanistes, conscients que les transformations de la vie urbaine n'allaient qu'en s'accroissant, ont pris le parti d'un urbanisme qui puisse faire face d'avance aux accroissements nouveaux de la population et de la circulation. Ils sont allés à la conquête de la troisième dimension. A ces trois entreprises diversement créatrices la photographie aérienne a déjà apporté et continuera de fournir sa contribution.

C'est le préfet Haussmann qui, dès le second Empire, s'est préoccupé de clarifier l'enchevêtrement des rues parisiennes. Les nécessités actuelles de la circulation ont partiellement justifié son œuvre ; mais son entreprise avait été surtout dominée par le désir d'atténuer la capacité révolutionnaire de Paris en multipliant les rues droites dans lesquelles l'artillerie gouvernementale pouvait balayer les barricades. La vue aérienne du centre de Paris montre à quel point Haussmann a été amené à éventrer systématiquement les vieux quartiers, à dénaturer parfois des sites que les siècles avaient patiemment harmonisés. Alors, au lieu d'aérer et de redonner vie, une telle pratique appauvrit. Un aménagement ne s'intégrant pas dans l'organisation fonctionnelle du site, que les contours du relief ont définie et que l'histoire a consacrée, crée le désert. En plein centre de Paris, c'est



Photo C. A. F.

Paris. La Concorde et les Invalides. Au premier plan, la Madeleine dans l'axe de la rue Royale. Au delà du pont de la Concorde, le Palais Bourbon. L'ensemble compose une des plus belles perspectives urbaines de Paris.

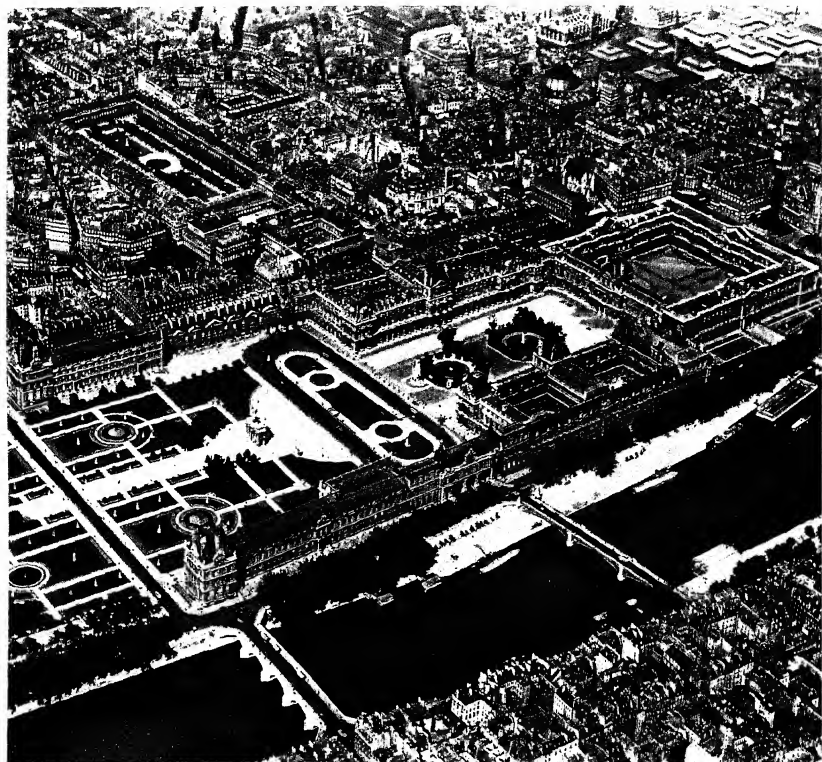


Photo C. A. F.

Paris. Le Louvre et le Palais-Royal. Le faubourg Saint-Honoré (rive droite) et le faubourg Saint-Germain (au premier plan) se sont développés au moment où le roi s'est installé au Louvre.



Photo C. A. F.

Paris. Place de la République.

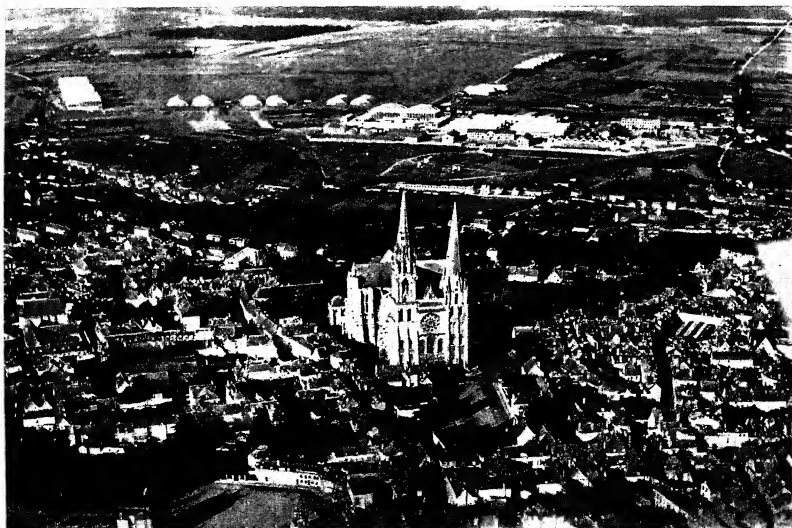


Photo Entreprises photo-aériennes.

Chartres. L'aérodrome paraît surplomber la cathédrale comme une menace permanente suspendue sur elle.

Camberra. Un faubourg type de campagne urbanisée.

Photo Bureau d'Information du Gouvernement australien.



ainsi que nous apparaît, sur le document, le parvis de Notre-Dame. La photographie aérienne révèle à quel point il est hors d'échelle, et qu'il ne pouvait que porter préjudice à l'effet de la cathédrale elle-même. C'est faute, notamment, d'avoir été conçu avec l'esprit de la troisième dimension, et l'urbaniste qui travaille aujourd'hui à des plans d'aménagement sur des photographies aériennes maquillées, n'aurait pas, sans doute, commis l'erreur de donner une pareille profondeur au parvis. D'autre part, aucun des bâtiments qui l'entourent ne porte avec lui la vie. La vénération que le XIX^e siècle portait à la cathédrale a conduit à l'entourer d'ennui. La familiarité du moyen âge, qui adossait les masures à la grande œuvre, en exaltait au contraire la puissance et les proportions. Au premier plan, Saint-Severin est resté bien davantage dans le tracé de son cadre urbain. Quant aux grandes saignées, comme le boulevard Saint-Germain, on ne saurait contester leur utilité.

Mais le tracé des quartiers du XIX^e siècle ne se trouve pas toujours aussi bien équilibré que celui des quartiers du XVIII^e. La comparaison de trois vues aériennes des quartiers du Louvre, de la Concorde et de la République nous en convainc. Il est reconnu que des étendues de surfaces vertes au centre des agglomérations urbaines sont indispensables à la bonne santé des villes. Le Louvre, les Tuileries et le Palais-Royal, qui ont concentré autour d'eux, autrefois, la vie mondaine, aujourd'hui celle des affaires et du commerce, contiennent dans leurs propres plans les surfaces d'aération indispensables aux quartiers voisins. La place de la Concorde, autrefois place Louis XV, lie deux belles surfaces plantées, Tuileries et Champs-Élysées qui sont associées elles-mêmes par une belle perspective à l'Esplanade des Invalides. Cet ensemble est le véritable appareil respiratoire de Paris. Pas plus qu'il n'a été tracé pour satisfaire l'observateur aérien, ses créateurs ne pouvaient pressentir à quel point il aurait un caractère de nécessité vitale. Ce n'était à tout prendre qu'un agrément, mais de qualité supérieure, qui satisfaisait le goût de la promenade, mais aussi celui des belles perspectives urbaines.

Mais, tandis que le centre de Paris fut organisé par fait de prince, le Paris du XIX^e siècle révèle sur toutes les photographies aériennes les tares mêmes de la période historique du capitalisme ascendant, pendant laquelle il a été construit. La place y est trop chère pour ne pas être, en dépit de la vogue des vastes percées, très étroitement mesurée. Nous avons choisi à dessein la place de la République, qui a été l'ensemble le plus largement conçu. Dans son état actuel, la circulation parisienne peut s'en contenter. Mais tout autour de la place les habitations élevées encadrent, en fait de cours intérieures, de véritables puits obscurs. Les cours du faubourg Saint-Honoré ne sont certainement pas plus larges, mais les constructions y sont plus basses et les Tuileries ou les Champs-Élysées voisins y assurent le renouvellement de l'air. Ainsi, un quartier moderne, aux larges artères, à vaste place, à circulation aisée, reste, par la structure de ses habitations, assez peu salubre, et il faudra qu'un jour l'urbaniste vienne lui porter remède.

La photographie aérienne et la législation. — Les remèdes, nous l'avons dit,

la photographie aérienne aide considérablement à les trouver. Les urbanistes présentent aujourd'hui leurs projets sur des photographies en vision oblique maquillée. Ils déduisent de photographies en vision verticale, tous les relevés d'une grande ville concernant séparément la répartition des arbres, des jardins, des surfaces libres, la densité de la construction, la délimitation de certains îlots. La nécessité d'une percée destinée à faciliter la circulation apparaît nettement sur une photographie aérienne où les traces de la circulation automobile se distinguent nettement sur les grandes places, à la Concorde, par exemple. La législation urbaine ne régit pas seulement la circulation ou l'état sanitaire. Elle protège également les sites et les monuments anciens. Dans une petite cité comme Chartres, c'est même un problème majeur. Une loi permet à l'administration des Beaux-Arts de surveiller le prospect des monuments classés, c'est-à-dire tout ce qui dans un rayon de 500 m. peut être vu du monument ou en même temps que lui. Ainsi peut-on éviter un affichage excessif, les fausses notes dans la construction et tous autres enlaidissements. Or, la photographie aérienne permet, avec l'aide de la photogrammétrie, de tracer le contour du prospect intéressé, celui qui peut être, par exemple, dessiné autour de la cathédrale de Chartres. Mais ce que nous voyons derrière elle, l'installation d'un important aérodrome à moins de mille mètres de ses flèches, pose le problème du plan d'aménagement des villes à échelle régionale et non communale. Une pareille installation est un scandale qu'il ne serait plus possible de commettre aujourd'hui, mais que l'administration des Beaux-Arts s'acharne jusqu'ici en vain à faire cesser. La photographie aérienne est ici la meilleure pièce du dossier. Elle a, comme on le voit, une valeur de propagande telle que, si on parvient un jour à éloigner l'aérodrome de Chartres, la propagation de cette photographie n'y sera sans doute pas absolument étrangère. Sur ce document, l'aérodrome paraît surplomber la cathédrale comme une permanente menace suspendue sur elle.

Le plan d'urbanisme à l'échelon régional n'est que le cadre administratif qui consacre un fait essentiel, auquel la photographie aérienne apporte de nos jours le témoignage : l'éclatement de la cité dans son cadre étroit et l'avènement de la campagne urbanisée.

La campagne urbanisée. — Cette vue de Camberra, capitale fédérale de l'Australie, nous en offre un exemple intéressant.

Une prise de vue plus haute et moins horizontale de Camberra exprimerait d'une façon à la fois plus précise et plus synthétique le parti pris de tracé courbe qui a présidé à l'établissement du plan de la capitale de l'Australie. Mais la vue que nous présentons a l'avantage de nous plonger dans la vie même de cette *campagne urbanisée*.

On sait que c'est en raison de la rivalité des deux principales villes australiennes, Melbourne et Sydney, que fut créée, de toutes pièces, la capitale fédérale de Camberra. Nous voyons ici au premier plan le faubourg de Barton et au fond celui de Griffith. Au centre, une école se développe dans l'aire d'un parc ovale. Derrière, s'élève un groupe de bâtiments de commerce. Les monuments publics,

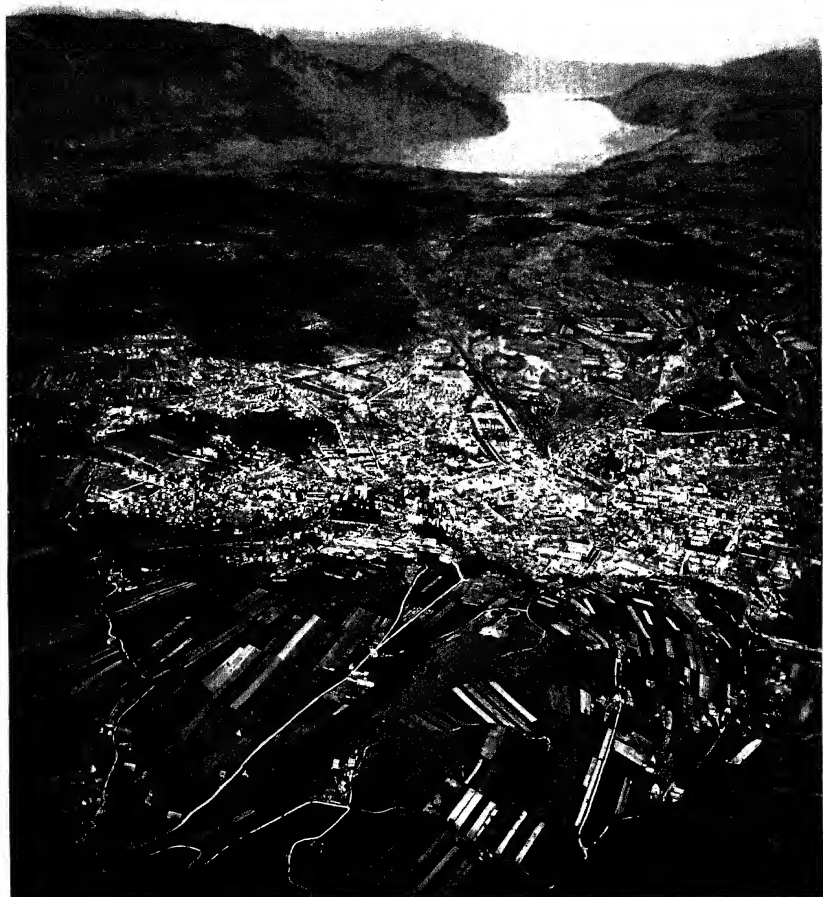
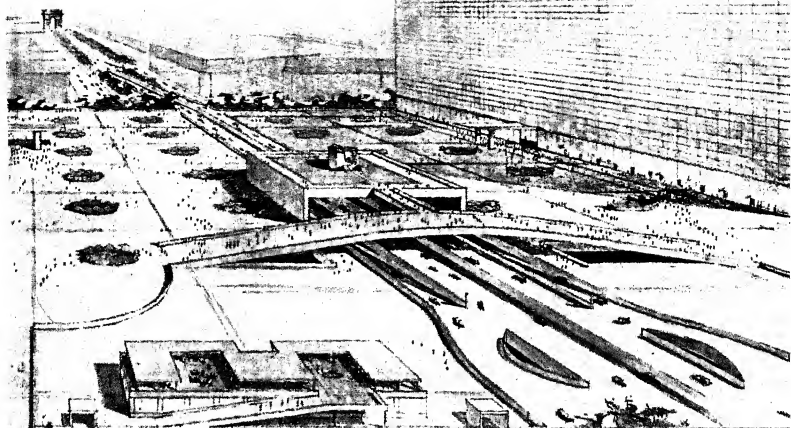


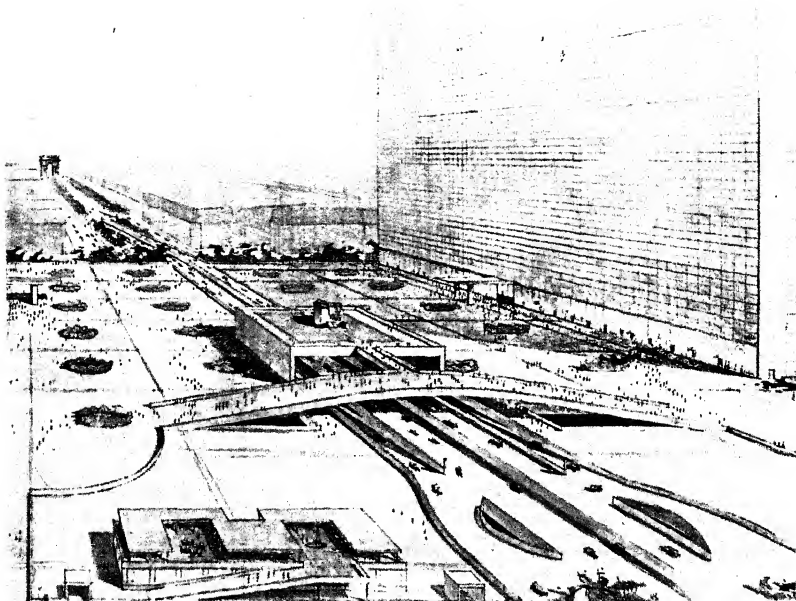
Photo Armée de l'Air - 33me Escadre.

Chambéry et le lac du Bourget. Cette vue d'ensemble met en valeur la dispersion de l'habitat suburbain et la pénétration des voies de communication.



Cliché « Technique et Architecture »

Paris. La Porte Maillot. Projet d'aménagement
d'une sortie de Paris par Le Corbusier.



Cliché « Technique of Architecture ».

Paris. La Porte Maillot. Projet d'aménagement
d'une sortie de Paris par Le Corbusier.

église, cinéma, théâtre, se situent derrière un autre vaste parc circulaire. Au premier plan nous est offerte une grande diversité de pavillons individuels, dont certains types se prêtent à la préfabrication.

Ce document a donc l'avantage non seulement d'indiquer les caractéristiques géométriques d'un plan, mais de nous faire comprendre toute une façon de vivre et d'habiter. Elle met en relief les moyens employés par l'urbaniste pour préserver et épanouir la vie familiale et pour s'accorder avec les apports d'autres techniques libératrices, comme l'éducation nouvelle.

Mais ce document peut orienter les esprits vers certaines erreurs, si on l'isole de son contexte, c'est-à-dire de la situation historique et géographique de l'Australie dans le monde, et particulièrement de Camberra dans l'Australie.

Ville créée pour des besoins exclusivement administratifs, Camberra est une cité de fonctionnaires, c'est-à-dire — en Australie — de personnes douées d'un certain niveau de vie au-dessus de la moyenne. En outre, l'absence complète d'industrie et de grand trafic commercial a évité de poser les problèmes habituels de zonage. La disponibilité totale d'un vaste site, choisi à cette seule fin de bien vivre, l'assurance contre la misère que représentent pour les villes d'Australie le vaste grenier et l'immense lapinière qu'est leur continent, enfin le développement des moyens de circulation individuels, offrent toutes sortes de conditions idéales, dont on ne peut concevoir la généralisation immédiate. Car Camberra ne sera possible que pour autant qu'il existe ailleurs des centres de grande concentration et de forte industrialisation. Enfin le parti pris de la ligne courbe n'apparaît-il pas ici d'une façon si puérile qu'il ne seulement l'habitat, mais aussi la nature s'y trouve à proprement parler elle aussi préfabriquée ? Si une ville est autre chose qu'un cadre commode, si son spectacle journalier est, par son animation et ses proportions, propre à inspirer ceux qui l'habitent, alors qui d'entre nous pourrait hésiter entre Paris et ses misères et Camberra et ses gazons semés ?

La vision aérienne et l'urbanisme à trois dimensions. — Le XX^e siècle ne saurait d'ailleurs, semble-t-il, renoncer à la concentration des moyens de production. La vie administrative et commerciale ne peut cesser de maintenir un nombre considérable d'individus en étroit et permanent contact. Un équilibre est susceptible d'être trouvé en étendant largement les zones d'habitation en campagnes urbanisées et en organisant dans la troisième dimension des centres urbains à forte densité humaine. Le lien nécessaire est alors un considérable réseau de circulation et le développement accru des moyens mécaniques de circulation que la réalité urbaine actuelle semble au contraire condamner. Le Corbusier, grand visionnaire de l'architecture et de l'urbanisme futurs, a depuis vingt années orienté les esprits vers de pareilles recherches. Tous ses slogans, sur l'architecture à trois dimensions, la synthèse des arts majeurs, trouvent à s'exprimer sur des dessins dérivés de la photographie aérienne. Depuis les terrasses des grands blocs administratifs de l'avenir, la vision aérienne est appelée à devenir la vision courante de la cité, et quoiqu'on en ait dit, cette vision n'est nullement désespérante. Elle a, semble-t-il, un autre attrait que les mornes visions qu'offrent généralement les

fenêtres des cités d'aujourd'hui. Le réseau de circulation est lui-même organisé dans les trois dimensions; ce sera là un point essentiel du spectacle et de la structure générale de la cité: le piéton séparé totalement de l'autostrade réapprendra à vivre. C'est vers ces solutions de vie que ne peut manquer d'orienter l'usage de plus en plus généralisé de la photographie aérienne, puisque aussi bien de pareilles solutions ne peuvent être exprimées de façon convaincante que par la vue panoramique. La seule autre solution viable qui consiste à enfouir tout le réseau de circulation dans le sol serait celle d'une civilisation décidée à renoncer à elle-même et à la vie. A cet urbanisme de taupe, la vision aérienne ne serait d'aucun secours.

MICHEL PARENT.

Au cours de nos itinéraires aériens, nous avons vu se dégager de l'Espèce humaine sur la Terre des images multiples. Pour retrouver la vue d'ensemble de laquelle nous sommes partis, essayons de regrouper les éléments d'étude qui nous ont été donnés dans les divers domaines de la découverte. De cette confrontation doit naître, non une synthèse qui marque un point terminal, mais l'ouverture d'une voie nouvelle de recherche. Dans quelle mesure la vision aérienne peut-elle nous aider à suivre le développement des sociétés et la marche de la civilisation ? Telle est la question qui nous reste à nous poser.

VISION AÉRIENNE ET GROUPES HUMAINS

Comment délimiter et classer, au milieu des diverses régions que nous avons survolées, les contours des groupes humains dont nous avons, par la vision aérienne, saisi l'infrastructure et les cadres ? Au premier abord, les notions de peuples, races, sociétés, nations nous paraissent difficiles à distinguer. Leurs frontières sont-elles visibles dans les paysages qui se déroulent au-dessous de nous ? Ne risquons-nous pas de garder, de l'imbrication des divers groupes humains à la surface de la terre, une impression d'inextricable complexité et de confusion ? En revenant à chacun des aspects que nous avons essayé de décrire, retrouvons-nous des points de repères solides et des perspectives nouvelles d'étude des sociétés ? Est-il possible de les rapprocher, de les comparer, de voir si les limites qui ont été tracées en se référant à des éléments particuliers, ne se recouvrent pas à certains moments pour faire ressortir des zones plus larges de regroupement ?

La Terre, dans sa structure et dans ses formes, nous est apparue comme le support d'une vie s'adaptant harmonieusement à elle. La structure agraire,

¹ Après avoir arrêté le titre de ce chapitre, nous avons vu qu'il avait été choisi, d'un tout autre côté, par l'Ecole pratique des Hautes Etudes de la Sorbonne pour le programme d'une des séries de conférences de sa VI^e Section en 1948. Nous pensons que cette convergence dans la recherche souligne l'importance du sujet. Nous espérons que les dirigeants de cette section voudront bien accepter cette modeste contribution au très vaste travail qu'ils entreprennent.

les aménagements industriels et les grands travaux, les voies de communication, la répartition de l'habitat et ses formes nous ont déjà fourni des éléments utiles pour l'étude des faits sociaux. De même, l'aspect nouveau de l'évolution des villes, des vestiges des sociétés disparues, nous apporte, lui aussi, des données nouvelles sur l'histoire des institutions, et nous aide à distinguer au cours des siècles, les grandes zones de développement des faits sociaux essentiels.

Enfin, l'exploration complète de la planète, rendue infiniment plus facile grâce à l'avion, le sillonnement des grandes routes aériennes tout autour du globe et, plus encore peut-être, les perspectives nouvelles ouvertes par la possibilité de voir la Terre de l'extérieur, nous ont mis en face d'une vie planétaire chaque jour plus dense, chaque jour plus intense et plus cohérente. Nous voyons maintenant se confronter deux tendances de l'humanité sur la Terre: la diversification dans des zones plus ou moins étendues, plus ou moins liées aux conditions naturelles, et l'unification due à des moyens techniques nouveaux et à un sens de plus en plus étroit d'une destinée commune. Montrer la contribution de la vision aérienne à la recherche des lois de ce double mouvement, c'est chercher à prendre du recul pour reconnaître, au milieu de l'enchevêtrement dans le temps et l'espace des diverses civilisations, la montée progressive de « la civilisation ».

LES CIVILISATIONS

Echanges et transferts. — Les diverses civilisations sont caractérisées dans la vision aérienne par des éléments techniques, sociaux et culturels qui, suivant les cas, se transmettent, se transforment ou se superposent. Les photographies verticales ou obliques sont un moyen exceptionnellement pratique pour les comparer. Peut-être les sociologues pourraient-ils en tirer quelques éclaircissements nouveaux sur l'histoire et sur l'humanité actuelle. Les traces de l'araire ou de la charrue, les aménagements du sol, les irrigations, les modes de construction nous ont montré des techniques liées étroitement au milieu naturel. Les chemins, les canaux, les routes en dépendent également, bien que d'une manière moins directe,

Les pyramides de Gizeh (Egypte). Les trois plus célèbres pyramides d'Egypte : Khéops, Képhren et Mikérinis, construites sous la IV^{me} dynastie (env. 2800 av. J.-C.) sont présentées ici dans leur ensemble. A droite, juste au-dessus de la petite pyramide de Mikérinis et au-dessous des dernières maisons de l'agglomération, on distingue le Sphinx, gardien des tombeaux, assimilé plus tard au dieu solaire Harmakhis. Ces monuments énormes (la plus haute devait avoir 150 m. environ) montrent l'importance attachée à la fois au culte des morts et au caractère divin des Pharaons. Remarquer sur le sol les détails des anciennes constructions.

Le temple d'Isis à Philæ (époque ptolémaïque). Bâti au milieu de l'île de Philæ, à la gloire de la déesse Isis, le temple montre un aspect de la religion de l'époque ptolémaïque. Le culte des dieux a pris une importance plus grande qu'auparavant par rapport à celui des « doubles » royaux. La vue aérienne fait ressortir le plan et la disposition des masses d'architecture. Le périptère, le grand « pylone », ou portail à deux tours, donnant accès à la cour intérieure avec ses portiques. La salle hypostyle contenait la barque sacrée et l'image du dieu. En avant du temple : le Pavillon de Trajan, d'époque romaine, dans lequel se ressentent des influences grecques.



Photo Aerofilms Ltd.

Les pyramides de Gizeh (Egypte).

Photo Aerofilms Ltd.

Le temple d'Isis à Philae.

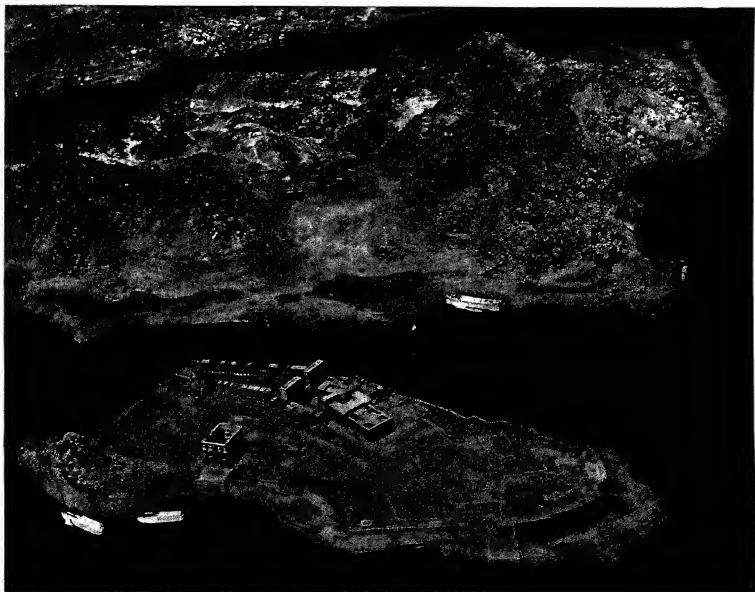
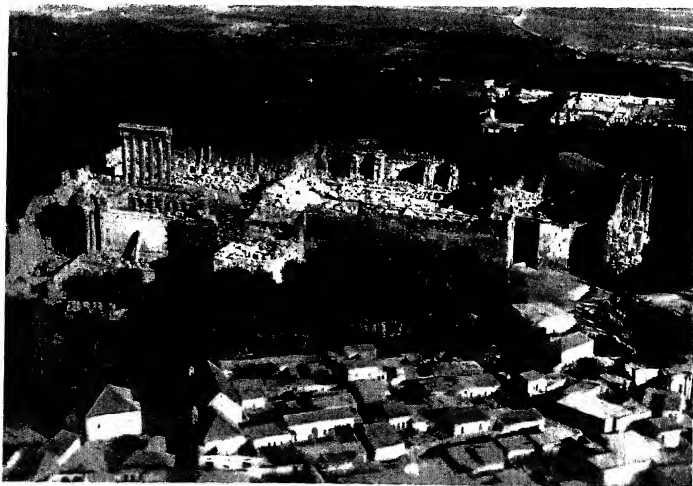




Photo Air France.

L'Acropole d'Athènes. Sur la colline sacrée s'élevaient les temples des divinités poliades. Des dieux de la cité, dont les cultes se rattachaient souvent à de très anciennes coutumes ancestrales, jouaient un rôle central dans toute la vie des Athéniens. On distingue sur la photographie, de bas en haut : les Propylées avec le temple d'Athéna Niké, l'enceinte d'Artémise, puis le Parthénon et l'Erechteion et, à l'extrémité de la colline, le musée de l'Acropole contenant les statues des jeunes filles, les « Koré » de l'art grec primitif. Sur la droite, deux hémicycles : l'Odéon d'Hérode Atticus et le théâtre de Dionysos relevés par le portique d'Eumène.

Photo Section cinématographique de l'Air.



Les ruines de Balbek (Syrie).



Photo prise par Lindbergh, cf. *Wide World*.

TEMPLE DES JAGUARS	TEMPLE DES GUERRIERS	
EL CASTILLO		
JEU DE PAUME	COLONNADES	COLONNADES
		COLONNADES
		GROUPE DES 1.000 COLONNES
TOMBEAU DU GRAND PRÊTRE		
	EL CARACOL	
CHI-CHAN-CHUB (CASA COLORADA)	TEMPLE DES Panneaux Muraux	
	ANNEXE (LA IGLESIA)	AKAB'DZIB
PALAIS DES NONNES (CASA DE LAS MONJAS)		

Ruines de Chichen-Itza. Yucatan (Mexique). Partiellement dégagées de la forêt et restaurées, les ruines Maya de Chichen-Itza émergent de la forêt du Yucatan (Mexique). Comme les autres cités Maya, Chichen-Itza n'est pas un site d'habitat, mais un centre religieux. Quelques temples, groupés au sud, remontent aux X-XII^{es} siècles (Nouvel Empire Maya) : Chi-Chan-Chob, Palais des Nonnes et son annexe la Iglesia, Akab'dzib. Les autres monuments datent de la période d'influence tolèque (XIII-XV^{es} siècles) : Jeu de Paume, à caractère rituel dans les religions mexicaines, Castille (temple de Kukulcan), tombeau du grand-prêtre qui a livré des sépultures, Caracol, qui est un observatoire astronomique, temple des guerriers et colonnades adjacentes, temple des jaguars, temple des panneaux muraux.

Gérard BAILLOUD.



Photo Cte Aérienne française.

Le Baphuôm. L'un des nombreux monuments d'Angkor, se détache ici, au milieu de la forêt qui a envahi les ruines; l'emprise de la végétation naturelle recouvre progressivement l'œuvre de l'homme. Le Baphuôm fait partie du groupe d'édifices qui constituaient la cité d'Angkor Thom (celle-ci n'étant qu'une partie des ruines d'Angkor où l'on a reconnu déjà une quarantaine de monuments). Construit dans un style pyramidal, pendant la deuxième moitié du XI^e siècle, il se dresse au nord-est du Bayon, temple central de la cité. Les tours de ce dernier représentaient les divinités des diverses provinces du royaume, entourant le sanctuaire central où apparaissent de nombreuses figures du roi et sous lequel a été retrouvée une énorme statue de Bouddha. Nous rencontrons un nouvel aspect des corrélations entre le monde extérieur et les croyances religieuses. La vue aérienne des temples, dans leur cadre naturel, nous permet d'en mieux prendre conscience.



Photo Aerofilms Ltd.

Erbil (Irak). La cité actuelle d'Erbil est bâtie sur le site d'une ancienne cité assyrienne. Elle se trouve à 80 km. à l'E.S.-E. de Mossoul, à proximité d'Arbélia (Arbelles) où Alexandre le Grand vainquit Darius. On a retrouvé, dans les environs, de nombreux vestiges de monuments de diverses époques. La ville haute, entourée d'une muraille de briques, domine l'agglomération qui s'étend beaucoup plus loin dans la plaine.



Photo Aerofilms Ltd.

Samara (Irak), à 107 km. au N.-N.-O. de Bagdad, fut autrefois la capitale des Khalifes. On voit ici la coupole dorée de la mosquée d'où le 13^{me} Iman disparut et où il doit un jour réapparaître. Au-delà de la ville, on distingue un terrain plat portant des traces nombreuses d'une ancienne occupation. Aux environs de Samara se trouvent des ruines importantes de diverses époques, en particulier celles de la cité que le Khalife Mutasim a bâti au IX^e siècle.



Photo Aeroflms Ltd.

Bagdad. La Mosquée Kazimain (ou Kadhimain). La mosquée musulmane a pris, suivant les pays où s'est répandu l'Islam, des formes très différentes. La vue aérienne fait ici ressortir non seulement le plan qui peut se lire clairement, mais les proportions de l'édifice et ses qualités esthétiques. Ici sont enterrés les 7^{me} et 9^{me} Imans, les deux « Kadhims », qui ont donné leur nom au sanctuaire.



Corée. Village et cultures dans le loess (hiver).

Indochine-Tonkin. Temple dynastique des Ly.

Photo aérienne militaire d'Indochine prise par J.-Y. Cléys.



par l'intermédiaire des moyens de transport. Pourtant tous ces éléments débordent rapidement les cadres géographiques où nous les avons vus apparaître. La zone d'extension d'une technique comme celle de la houe, à un moment donné, est facile à suivre sur les vues aériennes par les marques imposées au sol, en particulier l'orientation des champs. Alors que la charrue suit de préférence les courbes de niveau, la houe est utilisée dans le sens de la pente, de sorte que les divisions des parcelles, si apparentes sur les photographies comme nous l'avons vu, sont entièrement différentes. Bien plus nettes seraient encore les marques d'une technique de construction de route, pour indiquer la présence d'une civilisation. L'observation des voies romaines dans diverses régions nous en a donné un exemple. Ces éléments provenant des techniques transportées, de gré ou de force, d'un groupe dans un autre, apparaissent identiques ou peu transformés dans les diverses régions comprises dans la zone d'extension d'une civilisation ¹.

D'autres marques, dues cette fois aux institutions, apparaissent souvent avec des modifications plus grandes. Nous avons vu le cas des champs ouverts dont la pratique n'est pas due seulement à des conditions naturelles ou à l'emploi d'une technique. La disposition de l'habitat et le plan des maisons en sont un autre exemple. La vie sociale s'y exprime dans ses détails. La répartition des diverses cases d'une famille noire fait pressentir la structure de la parenté et les coutumes du mariage, et l'identité des plans d'habitation montre des affinités qui servent encore une fois à rapprocher des groupes dans une même civilisation. A plus forte raison les monuments Maya ou les constructions des villages Pueblo, tels qu'ils nous sont donnés dans leur milieu naturel en les survolant, nous suggèrent des organisations politiques et religieuses qui se sont imposées à des masses considérables d'hommes pendant de longues périodes de temps.

Ces transferts d'éléments techniques ou sociaux se sont effectués par des voies dont nous pouvons également reconnaître les traces en les survolant. Suivre en avion la route de la soie ou la route des épices nous donnerait des renseignements incomparables sur les rapports entre les grandes zones de civilisation qui ont

¹ Pour l'aspect « terrestre » du problème de transfert des techniques, voir : A. Leroi-Gourhan, *Milieu et technique* (Albin Michel, Paris, 1946).

Ci-contre : Corée. Village et cultures dans le loess (hiver). Noter : les chemins creux taillés dans le loess par le charroi prolongé. Les murettes d'enclosure, élevées en loess. Morcellement très poussé, épousant les moindres dénivellations en courbes de niveau pour assurer la stabilité du sol arable. L'aspect général poussiéreux et émoussé du pays. Centre-gauche : ferme importante, entourée d'arbres et à cour fermée par un mur de loess et de paille gâchée.

A. LEROI-GOURHAN.

Indochine-Tonkin. Temple dynastique des Ly. Ce temple, souvent appelé « Pagode de Ly-Bat-De », est le lieu de culte des empereurs Ly, du Viet-Nam, qui régnèrent de 1009 à 1225. Son portique d'entrée, à trois passages rituels, est orienté vers la pièce d'eau en demi-lune, ornée d'un templion et vers un arbre isolé symbolisant un ancien bois sacré. Après une grande cour pavée, ombragée par un ficus, plusieurs salles parallèles contiennent les autels des grands serviteurs et des huit rois. Les pavillons latéraux abritent les accessoires des processions : harnais, emblèmes, armes, chaises, palanquins et montures de bois.

J. Y. CLAEYS.

partagé le monde. Avec le commerce, les techniques et les croyances suivent souvent les mêmes itinéraires, et les routes des grandes invasions militaires marquent aussi des points de moindre résistance dans les frontières culturelles. Les conquérants des grands empires centre-africains ont emprunté des passages naturels que les pèlerins de La Mecque suivent aujourd'hui en sens inverse. Toutes les étapes de ces routes, même si elles sont aujourd'hui abandonnées, ont laissé sur le sol des marques que nous pouvons identifier, enregistrer, classer, comparer sur les photographies aériennes.

Cultures et acculturation. — Empruntés ou imposés, les éléments techniques et les cadres des institutions qui se présentent à nous dans la vision verticale subissent, dans le milieu nouveau où elles s'implantent, des transformations plus ou moins fortes. Si le boomerang ou la roue passent d'une région à une autre sans varier rapidement dans leur aspect, l'arc-boutant primitif, qui nous vient sans doute de Perse à travers le monde arabe, est plus difficile à rattacher à ses origines lorsqu'il épaule les cathédrales gothiques. Les modes de clôture, les plans d'habitat, la forme et la place des bâtiments d'usage commun, qui prennent une telle importance dans l'analyse d'une société vue d'en haut, subissent, eux aussi, des transformations considérables. Cette création de formes nouvelles par assimilation d'un élément étranger modifié jusqu'à le rendre méconnaissable, auquel on a donné le nom d'«acculturation», est plus saisissante encore lorsqu'il s'agit de l'art et des religions. La façon de modifier l'ensemble d'un paysage est déjà un phénomène qui déborde la technique, c'est un fait culturel, où le goût et l'esprit dirigent l'action matérielle. A plus forte raison, la façon de disposer un lieu de culte ou de construire un édifice religieux sur un emplacement choisi, varient dans une même zone de civilisation jusqu'à différencier totalement des groupes nouveaux.

Les jardins sont un exemple privilégié pour l'aviateur. Ce fait culturel, qui a pris une telle place en France, est dû à une disposition naturelle, et à l'assimilation d'influences extérieures. La variété des sols, des reliefs, des espèces végétales a tout naturellement poussé les Français à soigner les cultures et les paysages où elles s'ordonnent. Les apports des pays méditerranéens, et de la Renaissance italienne en particulier, ont rencontré un terrain favorable où ils se sont épanouis dans une culture originale. Les dessins harmonieux de ces jardins n'ont pas coûté trop de soins aux artistes qui avaient à rehausser les alentours des châteaux. Telle qu'elle nous apparaît en plan et en perspective au milieu des parterres et des massifs, cette architecture du Val de Loire joint la grâce de ses origines latines à la poésie et au mystère de ses ascendants gothiques. Du charme d'un palais vénitien découvert au milieu de la fantaisie d'une ville méditerranéenne, rapprochons l'allure ombrageuse du château des Hohenzollern, et nous comprendrons mieux cette vue cavalière de Chambord, qui se présente sous un angle encore inhabituel.

Quittons l'équilibre des lignes et des structures du profane Val de Loire pour

revenir aux tableaux plus graves des cimetières dessinés sur le sol, et aux silhouettes des monuments religieux se découpant sur les perspectives des campagnes et des villes. Reliés aux croyances très anciennes et aux cultes des ancêtres, les cimetières indochinois ou arabes marquent bien les caractères originaux propres à des régions déterminées. La mosquée musulmane dont les dômes et les minarets s'élèvent au-dessus de la grande cité persane, devient en Afrique noire un curieux palais de terre sèche autour duquel évoluent les groupes d'une foule nonchalante. Une même foi s'exprime dans des langues différentes au sein des divers pays supportant une même civilisation, et donne naissance à des centres de culture originaux.

C'est bien un centre de culture de ce genre que représentent, à l'autre extrémité du continent asiatique, dans l'orbite de la civilisation chinoise, les élégantes pagodes du Tonkin. La Chine, qui a reçu le bouddhisme de l'Inde, l'a assimilé profondément dans sa propre vie et l'a répandu à l'extérieur des provinces centrales avec les conquêtes militaires, le développement commercial, les lettres et les arts. En Indochine, les cultes des génies et les coutumes familiales ont persisté dans les pratiques, et l'association de ces croyances diverses s'exprime dans un ensemble harmonieux dont la place dans le paysage et les détails du plan de la pagode nous donnent le témoignage.

La vision aérienne va nous permettre de situer dans le contexte géographique et social les phénomènes qui se rapportent à la religion et à la cosmogonie d'une population. Elle nous fera mieux comprendre comment l'ensemble des coutumes est attaché à ces croyances et comment, dans des cadres différents, elles se transmettent et évoluent, de cultures en cultures, de vies en vies. Tandis que les rochers calcaires de l'Annam sont des points d'attraction de pèlerinage, les montagnes mexicaines abritent les âmes des ancêtres, qui ressortent transformées par les sources et les torrents. Les noirs africains du royaume Aschanti voient dans le courant du fleuve l'image de l'origine du temps, et le remontent en imagination pour arriver au créateur. Dans d'autres parties du monde, en Europe par exemple, des pierres levées indiquent la direction du soleil. Partout les liens entre le cosmos et la société se manifestent dans la religion et les pratiques. On comprend alors l'importance, pour le sociologue, de la vue aérienne sur laquelle il suivra, pas à pas, les rapports entre ces phénomènes dans les diverses civilisations.

Après ce tour d'horizon au-dessus des régions lointaines, revenons à l'Europe où le développement de l'architecture sacrée peut nous paraître plus complexe. Voici qu'à travers l'Espagne, où nous voyons se dresser, dans un cadre austère, des cathédrales massives, tel cet énorme cube de pierres de Tarrassa, va parvenir jusqu'en France, dans les structures des églises, l'influence de l'Orient. Les coupes de Cahors nous en donnent un exemple et nous en retrouverions des traces en poursuivant notre route vers le nord, dans les églises romanes qui jalonnent la route des invasions empruntée par les Arabes du VIII^e siècle, qui se confond parfois ici pour les chrétiens, comme en Afrique pour l'Islam, avec les routes de pèlerinage. La croix de la cathédrale de Poitiers inscrit sur la ville le sym-

bole central de la foi qui anima les bâtisseurs. Le maître d'œuvre, comme le dessinateur des jardins, aurait-il pu pressentir qu'un des rêves de l'homme, un jour réalisé, nous permettrait de recevoir ce message ultime de son geste d'adoration ?

Ce geste d'adoration n'est pas seulement celui de l'architecte mais celui de tout un peuple. Avant même l'apogée des grandes cathédrales, nous voyons s'imposer au centre de la vie sociale, le temple de prière, à la fois maison commune et témoignage de la cohésion du groupe, dont la volonté unique s'est concentrée sur la construction du chef-d'œuvre.

Mais c'est bien à Chartres, église chrétienne construite sur un ancien lieu de culte celtique, appartenant au tout premier art gothique et sur laquelle nous voyons s'ajouter les retouches des âges suivants, que s'applique pleinement le mot de chef-d'œuvre. Nous avons jusqu'ici de Chartres, par suite de l'accumulation de maisons autour de la cathédrale, une vue incomplète, amenueillée. L'avion nous donne le recul nécessaire et nous pouvons juger, avec sa liberté d'évolution qui nous permet de changer d'angle comme nous le désirons, l'équilibre et l'élancement, la science et la simplicité, l'harmonie et la variété, l'audace et la certitude de ce témoin de pierre d'un peuple uni dans une foi.

Ce même élan subsiste à Amiens où une flèche légère souligne la croisée de la nef et du transept. Le charme de l'art italien coloré de Pise nous détourne déjà de la gravité de Chartres; et même l'ombre du clocher unique de Strasbourg, aux abords du monde germanique, nous laisse entrevoir dans la dentelure trop de raffinement pour qu'un tel art puisse vibrer longtemps à ce diapason. Le christianisme a si bien fait corps ici avec la société qu'il a animée, qu'un monument comme Strasbourg témoigne non plus seulement d'une foi mais de toute une civilisation. Avec l'art et les techniques exprimant la vie sociale il a accepté le sort des civilisations, et la décadence guette peut-être déjà ses structures, annonçant les crises à venir, et que seuls d'autres retours de foi pourront résoudre.

Superposition et traditions. — La vision aérienne nous apporte de nouvelles preuves que les civilisations ont connu ces périodes de gestation, de maturation, de déclin, de retours et souvent de chute définitive. Ainsi, à l'étude dans l'espace des échanges entre groupes sociaux d'éléments techniques ou plus spécifiquement culturels, devons-nous ajouter l'étude des superpositions dans le temps. Nous avons

Ci-contre : Les Montagnes de Marbre (Annam central). Les Montagnes de Marbre sont des rochers calcaires isolés dans les dunes littorales, à une dizaine de kilomètres au nord-est de Tourane. Elles sont un lieu de pèlerinage, car elles recèlent des grottes aménagées en sanctuaires bouddhiques. Sur le rocher du premier plan, la pagode marque l'entrée de l'un des plus fameux. Noter : le redressement, jusqu'à la quasi-verticalité, des strates rocheuses (il s'agit de calcaires primaires), les amas de dunes blanches montant par endroits à l'assaut des collines et qu'on essaye de fixer par des plantations de filaos (*Cosuarina*). Celles-ci sont destinées aussi à protéger les champs où des cultures sont permises par l'abondance des pluies que suscite la barrière de la chaîne annamitique (dans le fond), dressée devant la mousson. À l'arrière-plan, méandres d'un cours d'eau descendu de la chaîne et se déroulant dans un damier de rizières submergées en saison des pluies, repiquées après décrue.

Charles ROBEQUAIN.



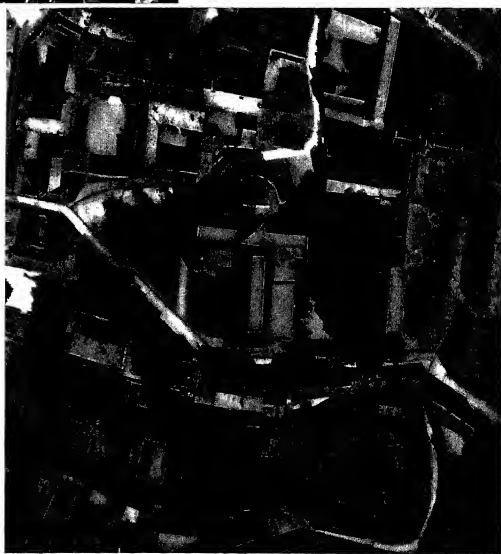
Photo aéronautique militaire d'Indochine.

Les Montagnes de Marbre (Annam central).



La cathédrale de Cahors.

Photo Cie Aérienne française.



La cathédrale de Poitiers.

Photo Cie Aérienne française.

vu comment les vestiges des civilisations disparues ressortaient sur les vues verticales. Si les techniques d'aménagement du sol des populations saxonnes, celtiques, romaines, se distinguent par les traces qui réapparaissent sous les aménagements actuels, nous voyons beaucoup mieux encore se superposer, dans certains cas, les habitats et les lieux de culte. La vision de la Rome chrétienne bâtie sur l'ancienne cité impériale pose d'autres problèmes de continuité dans les traditions, et l'exemple de Chartres, où le culte de la Vierge a été précédé d'un culte payen d'une déesse mère, nous a fait sentir des constantes dont nous pouvons souvent repérer des indices sur les vues aériennes en observant les marques laissées par les monuments disparus.

Ces éléments, persistant sous plusieurs couches de civilisations, méritent d'être étudiés, non seulement par l'archéologue, mais du point de vue de la sociologie. Les foyers, en apparence éteints, peuvent un jour reprendre une vie nouvelle et jouer un rôle insoupçonné dans l'évolution des sociétés. Certes le temple de Philæ et les Pyramides ne sont plus pour nous que des restes vénérables, dans une Egypte bien différente de celle d'autrefois, des entreprises audacieuses des Pharaons. La vue verticale de l'Acropole et de ses environs nous intéresse pour comprendre le plan et la situation des temples et des théâtres que nous y retrouvons. Les ruines d'Angkor, à demi envahies par la forêt, rappellent à la fois la puissance et la faiblesse des œuvres humaines, et l'ensemble des ruines Maya de Chichen-Itza nous donne un exemple de l'ampleur des civilisations de l'Amérique ancienne. Mais nous mésestimons peut-être leur valeur actuelle, et l'examen minutieux d'une petite région d'après les vues verticales, pourra mieux nous faire comprendre, à une échelle réduite, le rôle que seraient susceptibles de jouer sur un théâtre plus vaste des centres culturels abandonnés.

En établissant, d'après la couverture photographique d'une commune française, un plan des emplacements de culte, actuels ou abandonnés, des lieux-dits auxquels se rapportent des légendes, nous verrons qu'il existe entre la population d'aujourd'hui et celles qui l'ont précédée sur cette même terre, des rapports de filiation spirituelle, dont ces points marquent les centres essentiels. Nous saisissons là, en quelque sorte, l'infrastructure de l'inconscient d'une collectivité dont

Ci-contre : La cathédrale de Cahors (Lot). Exemple du style roman-byzantin, la cathédrale Saint-Etienne, dont la construction, remontant probablement au XI^e siècle, ne fut achevée totalement qu'au XII^e siècle, présente ici sa nef unique, surmontée de voûtes en coupoles, témoins de l'influence orientale en France du sud-ouest. L'orientation de l'abside dans un axe différent de celui de la nef serait, d'après certains archéologues, le résultat d'une intention précise. « On voulait exprimer ainsi l'acte solennel de la rédemption : *et inclinatio capiti reddidit spiritum* » (et, la tête inclinée, il rendit l'esprit). Dans ce cas, l'édifice représenterait un plan, d'une manière particulièrement réaliste, le corps du Christ sur la croix. Pourrions-nous nous poser d'une manière aussi frappante, les questions relatives au sens symbolique de ce dessin sans une vue verticale de l'édifice ?

La cathédrale de Poitiers (Vienne). Construite aux XII^e et XIII^e siècles, et remaniée jusqu'au XV^e siècle, la cathédrale Saint-Pierre a gardé le plan classique, que la vue verticale fait ressortir d'une manière frappante. Entourant la croix, nous distinguons, de part et d'autre de la nef, d'importants bas-côtés; autour de l'abside et à la partie avant du transept, six petites chapelles demi-circulaires; à la croisée de la nef et du transept, une tour rectangulaire.

nous pourrions peut-être un jour établir le dessin. L'observation aérienne des grands centres culturels des civilisations ne nous aidera-t-elle pas également à retrouver certaines marques de l'infrastructure des mentalités de groupes humains beaucoup plus étendus ?

Avant d'aborder une telle entreprise pour laquelle nous manquons encore de moyens, essayons de dresser un tableau sommaire des civilisations sur lesquelles la vision aérienne nous a donné ou pourrait nous donner des éléments d'étude. En partant de l'examen des vestiges les plus anciens de la préhistoire, tels que les terrains quaternaires dont nous avons distingué les formes pour faciliter la recherche des industries des premiers hommes, et du repérage des habitats des palafittes et des monuments mégalithiques, nous débouchons dans la protohistoire, aux âges du bronze et du fer. A un deuxième niveau nous identifions les plans des grandes villes de l'antiquité en Egypte, en Mésopotamie, en Grèce, dans l'Empire Romain, ou, beaucoup plus loin de nous, les ruines des édifices de l'Inde et de la Chine ou des anciennes civilisations du Mexique et de l'Amérique du Sud, Incas, Mayas, Astèques ou bien d'autres. Sur un autre plan nous distinguons les populations archaïques actuelles chez lesquelles nous voyons apparaître, en observant les plans des villages et des cultures, des organisations sociales et religieuses beaucoup plus complexes que nous ne l'aurions supposé, tandis que, dans d'autres régions, nous assistons à un réveil de vieilles civilisations s'adaptant à des conditions de vie nouvelle, en Chine, aux Indes, dans le monde musulman.

Nous pouvons essayer de situer par rapport à elles, grâce à la vision aérienne, la civilisation occidentale dans son déroulement historique. Nous avons vu ressortir dans les campagnes d'Angleterre ou de France des traces des invasions saxonnes, normandes, germaniques. Le moyen âge roman ou gothique nous a laissé, dans les cathédrales, des témoins dont la grandeur et la place au milieu des villes nous donne une image saisissante d'une civilisation animée par une foi. Puis, sous l'influence des cultures méditerranéennes rencontrant d'autres tendances, nous avons vu s'épanouir, dans les jardins et les châteaux, l'art de la Renaissance qui faisait pressentir le rationalisme des siècles suivants. Enfin, née dans ce monde occidental et le débordant, immédiatement, nous voyons naître, par les transformations profondes qu'elle opère à la surface du globe tout entier, une civilisation d'un caractère nouveau : la civilisation de la machine.

Ci-contre : La cathédrale de Chartres (Eure-et-Loir). Malgré les destructions et les reconstructions successives, Chartres garde une unité dont la vue aérienne nous fait sentir la grandeur. Rebâtie une première fois en 1020, par l'évêque Fulbert et détruite en 1194, elle n'a trouvé son aspect définitif qu'au milieu du XIII^e siècle. Le plan en forme de croix latine reste le plan primitif de la crypte. La tour la plus basse, censée représenter l'homme, s'oppose dans son austérité aux finesse des effets de l'autre tour, qui symboliserait la femme. (Huysmans. *La Cathédrale*). L'une et l'autre s'élèvent devant le corps aux masses équilibrées de l'église, au-dessus du portail royal du XII^e siècle.

Pise (Italie). La cathédrale, le cloître, le baptistère et la Tour penchée, saisis sur une seule vue aérienne. Comparés aux cathédrales gothiques de France, ces divers monuments de l'art italien montrent comment, aux mêmes siècles, l'art chrétien a changé de visage dans les diverses contrées.



Photo Service Cinéma des Armées.

La cathédrale de Chartres.

Photo E.N.I.T.

Pise. Panorama.



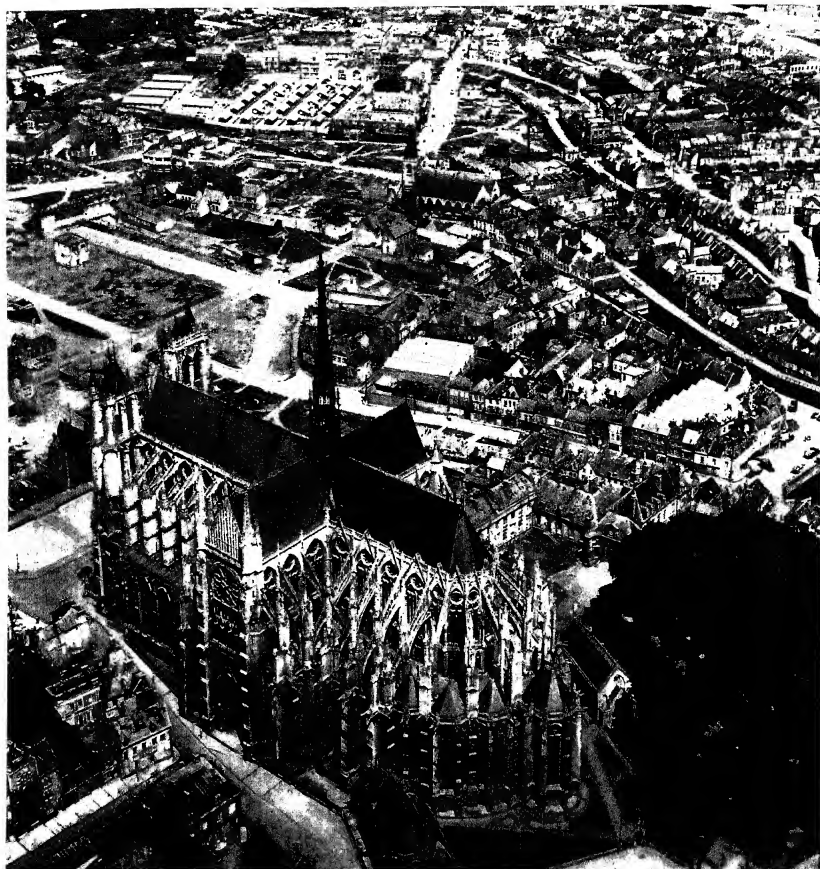


Photo Armée de l'Air - 38me Escadre.

La nef d'Amiens. La nef d'Amiens, dont nous pouvons ici contempler les justes proportions et l'élégance, est l'un des exemples les plus purs de l'art gothique du XIII^e siècle. Construite sous la direction de Robert de Luzarches, en une dizaine d'années seulement, elle apparaît presque sans remaniements (en revanche, les tours sont d'une autre époque). Outre la perspective générale qu'elle nous donne, la vue aérienne met en relief l'habile disposition des arc-boutants se croisant entre le chœur et le transept et rebondissant sur leurs piles réciproques. L'architecte et l'archéologue peuvent tirer des enseignements de l'observation des monuments sous des angles nouveaux.

Ci-contre : La cathédrale de Strasbourg. Dressée au milieu de la plaine d'Alsace, dans un pays sans relief, la cathédrale de Strasbourg s'impose de loin à l'aviateur, au centre de la ville qui l'entoure. La flèche, s'élevant à 192 m. au-dessus du sol, dominant le corps du XIII^e siècle, témoigne de l'art flamboyant du XV^e siècle. C'est une dentelure harmonieuse qui confond les techniciens par sa finesse, et laisse ici voir les bâtiments voisins à travers les échancrures de la pierre. Mais ce raffinement annonce déjà la décadence à venir, la compromission de la foi des premiers bâtisseurs avec la civilisation qui la supporte et qu'elle suivra au lieu de l'animer.

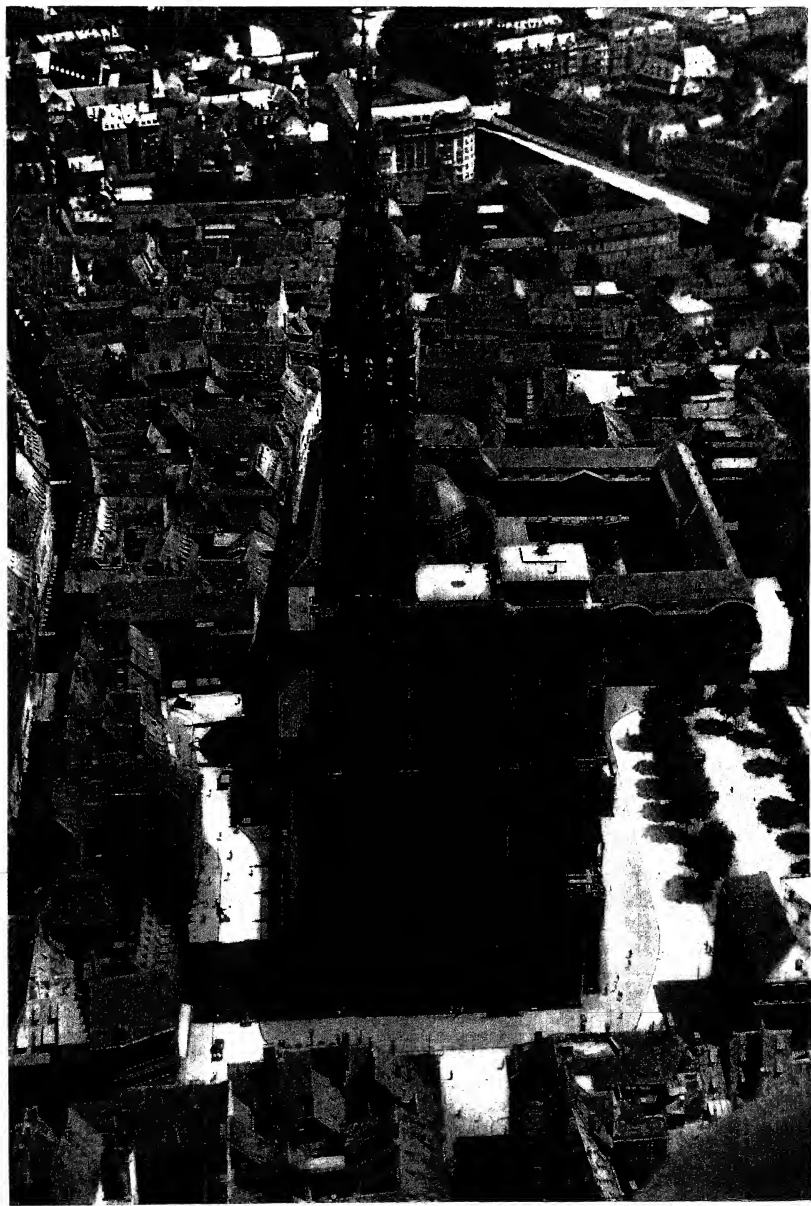
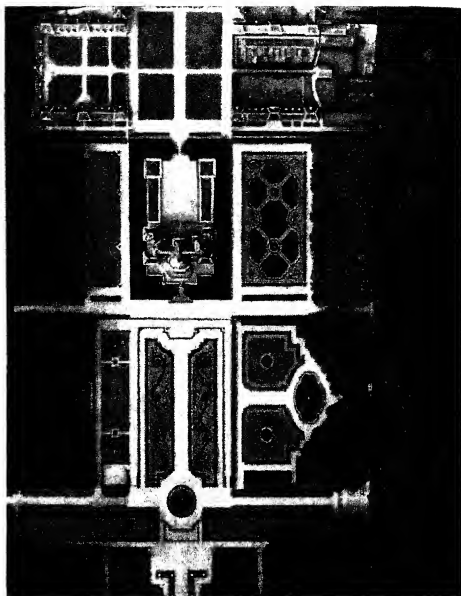


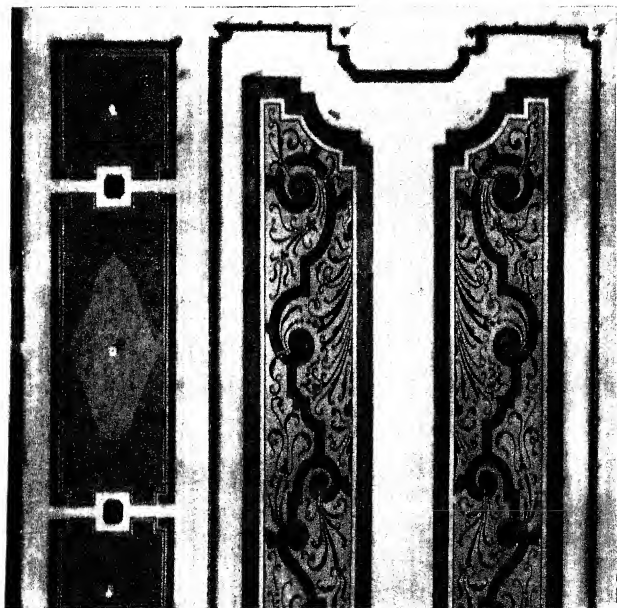
Photo Spohner.

Le château au milieu des jardins, en
vue verticale.



L'observateur non averti pourrait pren-
dre pour le dessin d'une étoffe le tracé
des plates-bandes que l'on voit sur la
photographie.

Photos Armée de l'Air - 83me Escadre.



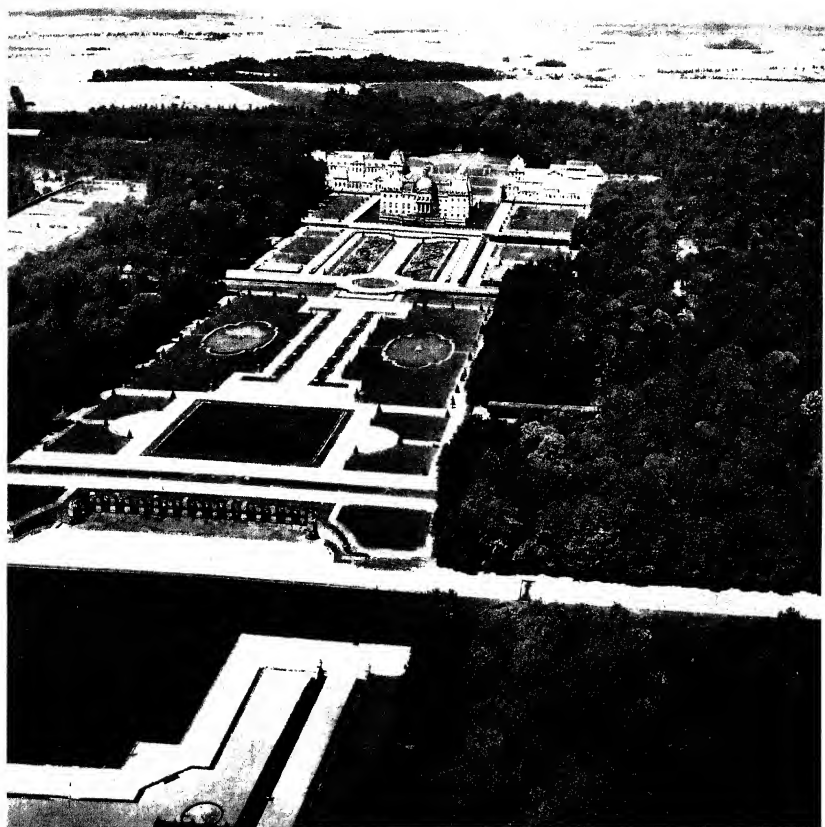


Photo Armée de l'Air - 33me Escadre.

Le château de Vaux-le-Vicomte (Seine-et-Marne). Bâti au XVII^e siècle par le surintendant Fouquet, sur les plans de Leveau, Vaux-le-Vicomte est un type d'architecture classique française du grand siècle. La perspective des massifs de fleurs et des bassins ressort au milieu des bois, soulignant l'opposition entre l'aspect touffu de la végétation naturelle et l'ordonnancement savant résultant de l'imagination de l'artiste et des soins de l'artisan.

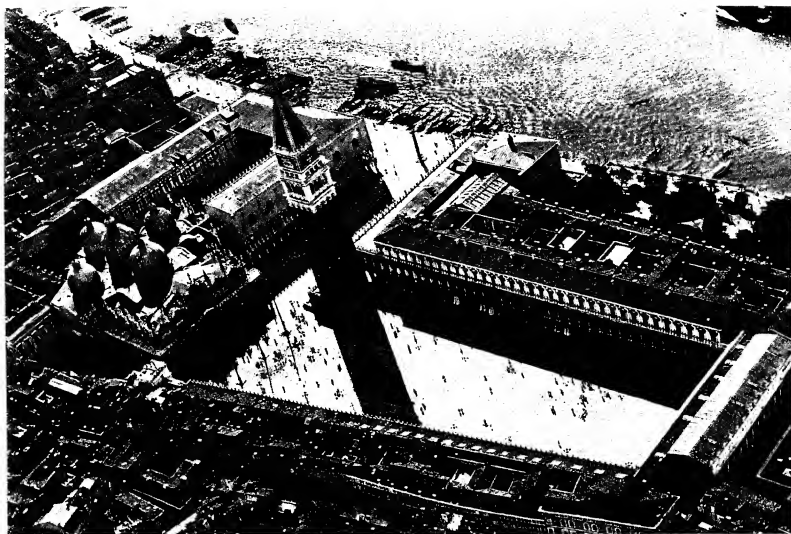
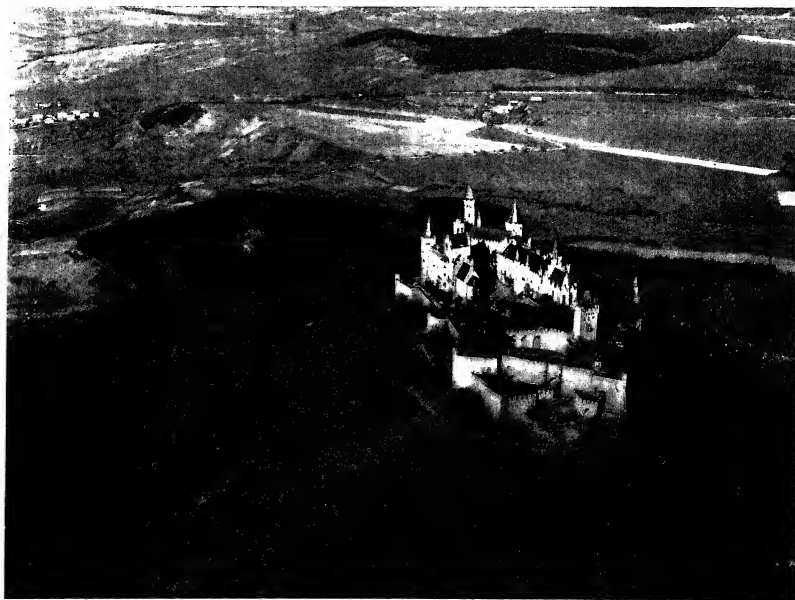


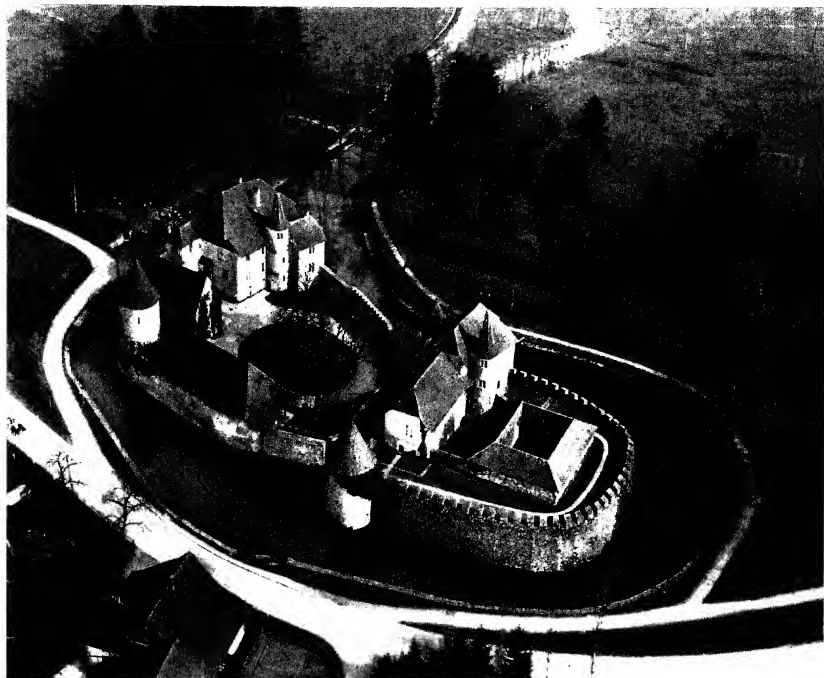
Photo E. N. I. T.

La place Saint-Marc, à Venise.

Photo Armée de l'Air - 33me Escadre.

Le château des Hohenzollern.





Swissair Photo.

Le château Hallwil (Suisse). Un aspect charmant de l'art des pays d'influence germanique aux confins de l'Allemagne, de la France et de l'Italie.

Ci-contre : La place Saint-Marc à Venise. Le campanile, les colonnades, les dessins sur le sol, les coupoles de l'église forment tout un ensemble élégant, dont les éléments disparates accusent la fantaisie.

Le château des Hohenzollern. Le caractère grandiose et romantique du château des Hohenzollern évoque l'art de la fin du moyen âge de l'Europe centrale.

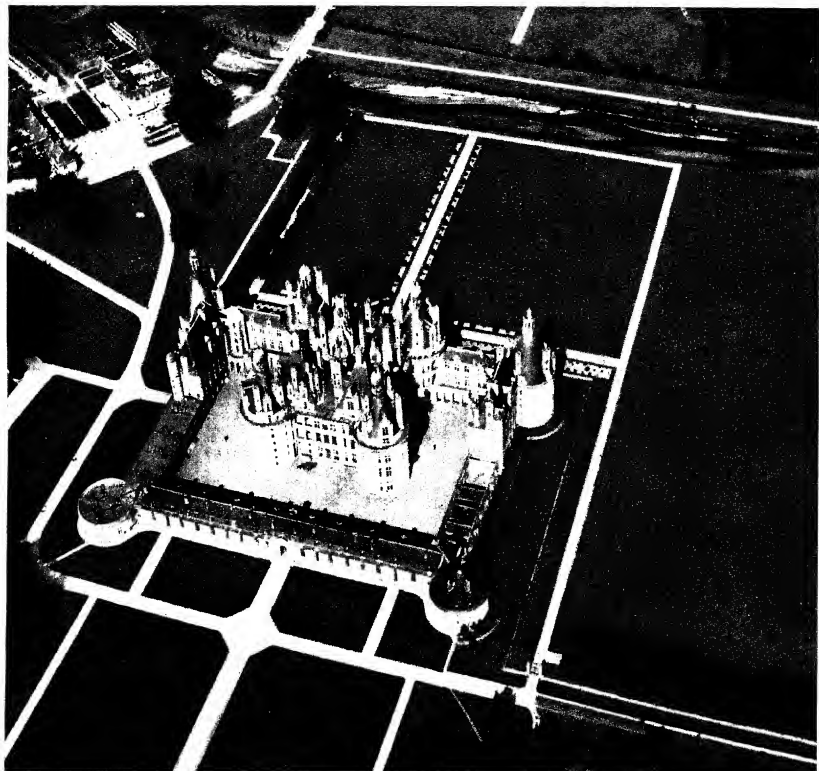


Photo Bayol.

Château de Chambord. Saisi par l'objectif en basse altitude, l'imposant château de Chambord est ramené aux dimensions d'un jouet d'enfant. Peut-être pouvons-nous mieux ainsi en découvrir les structures et les effets.

Ci-contre : Château de Chenonceaux. Un fait typique d'acculturation. L'influence italienne et l'influence gothique sur une population et un milieu bien particuliers ont fait apparaître, dans le Val de Loire, un art original, dont la vue aérienne souligne encore l'équilibre et l'harmonie. La sobriété et la précision ne suppriment pas la fantaisie. L'ordonnement du cadre facilite une expression libre dans les détails.

Herontye House. Grinstead (Angleterre). Comparer, sur une vue aérienne, les jardins à l'anglaise et les jardins à la française, montre comment ce fait de civilisation et de culture exprime, dans des milieux naturels différents, les personnalités de deux peuples foncièrement originaux.

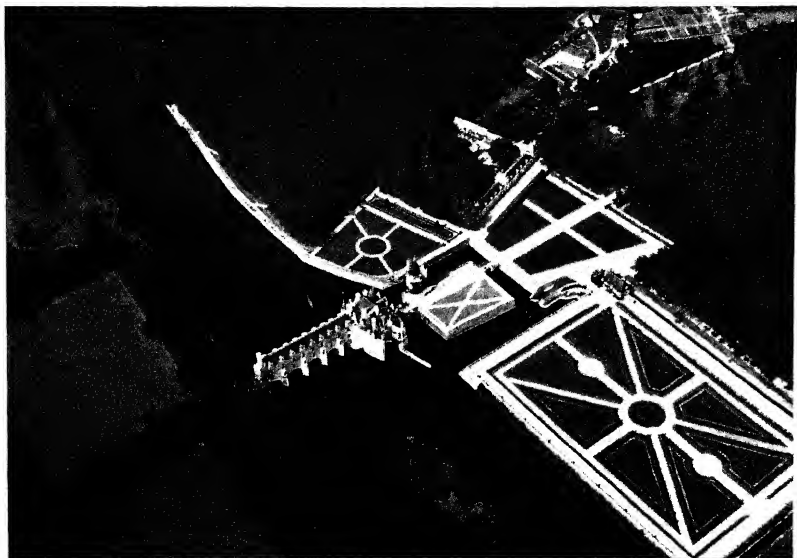


Photo Bayol.

Château de Chenonceaux.

Herontye House (Angleterre).

Photo Aerofilms Ltd.





Photo Aerofilms Ltd.

Le barrage du Nil. Au milieu de ce pays désertique où les vestiges d'une des plus anciennes civilisations du monde voisinent avec l'habitat de populations souvent restées très archaïques, un grand barrage moderne marque une rupture nette avec tout le paysage qu'il coupe en deux parties. Trois civilisations, trois étapes de la civilisation.



Photo Armée de l'Air - 33^{me} Escadre.
Coll. Musée de l'Homme.

Le rapprochement de deux civilisations. La ville de Safi (Maroc) vue de 400 mètres d'altitude. Sur la gauche, la ville arabe où les rues cheminent irrégulièrement entre les maisons à cours intérieures et à toits plats (sur lesquels se déroule toute une part de la vie féminine). Sur la droite, la ville européenne se présente toute différemment, dessin géométrique des avenues et des jardins d'aspect plus froid. Bâtiments allongés, construits sur un type uniforme. Edifices officiels manifestant d'une manière conventionnelle le lieu où réside l'autorité. La rencontre des deux groupes donne lieu à des transformations dans chaque société. Les travaux de terrassement, les aménagements urbains apportent quelques modifications de détail à la ville arabe, tandis que certains bâtiments et jardins de la ville européenne s'inspirent de la civilisation musulmane. Entre les deux agglomérations, la route droite, au long de laquelle on distingue des bâtiments industriels et un stade, semble conduire symboliquement vers un même horizon invisible, les deux groupes humains.



Photo Aéronautique Militaire d'Indochine.

Vue d'ensemble d'Hanoi (Tonkin). Ce « montage » d'un nombre respectable de bandes de vues verticales se recoupant, donne un relevé exact de la topographie de la capitale tonkinoise vers 1937. Son plan avait été conçu en 1920-1925 par l'urbaniste français, Ernest Hébrard. Il respectait les coutumes extrême-orientales et l'archéologie dans la mesure où ses prédécesseurs avaient pu conserver les vestiges anciens. C'est le type de la ville où la « zone » résidentielle (au sud du « Petit Lac » en forme de mangue) s'imbrique sans hiatus dans les quartiers anciens (au nord du « Petit Lac ») où chaque artisanat groupé donne son nom à la voie qu'il occupe : rue des teinturiers, de la soie, des caisses, des changeurs, des nattes, des chanteuses...

J.-Y. CLAEYS.

Civilisation de la machine. — Est-ce dans l'architecture monumentale de Versailles ¹, indifférente au pays environnant, que nous pouvions pressentir les brusques ruptures des grandes lignes naturelles, telles qu'elles nous frappent dans la vision aérienne des paysages soumis à l'effort du monde industriel ? Ces ruptures sont d'un autre ordre ; elles n'émanent plus d'une pensée qui cherche à se créer un cadre correspondant à son rythme et à ses exigences. Elles sont fonctionnelles. Elles correspondent à un besoin économique. Comme jadis les digues du Fleuve Rouge, le barrage du Nil répond à une nécessité vitale, mais la coupure absolument nette qu'il marque, provoque un choc beaucoup plus brusque. Rien dans ses formes ne le rattache au cadre environnant. Il est surajouté par une volonté extérieure.

Ce même caractère fonctionnel, cette même marque d'une volonté extérieure s'impose dans toute colonisation économique et politique, et c'est par cet aspect d'expansion et de colonisation que nous allons voir se manifester à la surface de la terre la civilisation industrielle. Les marques des cadastrations romaines que nous avons retrouvées en survolant les campagnes de France, sont moins libres des influences naturelles que celles des pionniers qui ont partagé la terre américaine. Le découpage à angles droits des grandes pièces de culture bordées de chemins d'accès, ressort maintenant dans le quadrillage des grandes avenues qui ont recouvert les anciennes voies. Les nécessités économiques et les techniques nouvelles ont entièrement guidé les ingénieurs qui ont aménagé les pays reentrant dans l'orbite du monde occidental. Les voies ferrées et les installations portuaires, les usines, les centres industriels en général, sont les points vitaux de la civilisation qui se présente à nous. Ce sont elles qui donnent un relief au paysage dans la vision aérienne, à la place des temples et des jardins. L'ingénieur et le banquier ont remplacé le prêtre et le seigneur.

Favorisée par des techniques perfectionnées, cette civilisation offre à nos regards une zone de rayonnement plus étendue que toutes celles qui l'ont précédée. Nous n'avons pas retrouvé les marques de l'empire romain, des civilisations chinoises, indiennes ou de l'Amérique ancienne, du monde musulman sur les cinq continents à la fois. Aujourd'hui, au contraire, des peuples de toutes les parties du monde sont compromis dans les mêmes aventures économiques sans pouvoir y échapper. La conquête des matières premières, pétrole, fer, houille et des nouveaux minerais précieux : radium, uranium, a remplacé celle de l'or qui avait orienté la politique coloniale de l'Espagne au XVI^e siècle. Les barrages, les ponts, les usines prennent plus de place que les monuments religieux et les palais. Dans les transformations dont l'aspect nous frappe dans la vision aérienne, y en a-t-il un plus grand nombre qu'auparavant qui sont au bénéfice des peuples autochtones ? Comment s'établissent les rapports entre les porteurs de la civilisation nouvelle et ceux qui s'y trouvent plus ou moins directement associés ? Au cours de l'Histoire nous avons vu, jusqu'au XX^e siècle, des civilisations totalement éliminées par les envahisseurs. Les Indiens d'Amérique du Nord, les populations

¹ Voir page 313 (*Les villes et leurs structures*).

d'Afrique du Sud en sont des exemples. New-York ou le Cap, les fermes du Wyoming ou du Transvaal n'ont rien emprunté aux anciennes formes d'exploitation ou d'habitat du pays. Ailleurs, au contraire, nous voyons subsister intactes les installations indigènes, tandis que la civilisation nouvelle développe, à côté d'elles, ses propres établissements. Ainsi, au Maroc, la ville française et la ville arabe apparaissent sur la même photographie toutes proches l'une de l'autre, gardant chacune sa personnalité, avec des échanges que nous pouvons suivre sur le plan tel qu'il nous est présenté dans la vision verticale.

Bien différemment s'expriment, par la disposition des cadres de vie, les rapports entre les arrivants et les anciens occupants lorsque ces derniers semblent désirer sans transition une fusion des races et une civilisation commune. L'enchevêtrement des groupes sociaux est déjà frappante dans l'aspect complexe d'une grande ville d'Algérie où le fusionnement ne naît pas d'un plan prémédité, mais de l'application plus ou moins consciente et plus ou moins fidèle de principes traditionnels. Le royaume de Jérusalem du temps des croisés aurait peut-être fourni, à un autre âge, des images comparables par certains points à celles de l'Afrique du Nord d'aujourd'hui. La vue verticale d'une ville de l'Indo-Chine peut également, dans une certaine mesure, nous montrer cette même tendance que les circonstances et les influences diverses viennent souvent combattre. Nous retrouvons, une fois de plus, en regardant de haut les pays où cherche à se construire l'humanité d'aujourd'hui, le même problème essentiel. Comment l'apport de la civilisation industrielle peut-il se faire en respectant les vocations des peuples et leurs intérêts propres ? ¹

LA CIVILISATION

Nous voici au centre de la question fondamentale. Qu'est-ce que la civilisation ? Nous n'avons pas voulu la poser avant d'avoir passé en revue les éléments que la vision aérienne nous apporte pour contribuer à la résoudre. Les définitions trouvent une plus juste place dans les conclusions qu'au début d'une étude. Après avoir découvert de nouveaux aspects de l'espèce humaine sur le globe, pouvons-nous espérer trouver une lumière plus grande sur sa vocation ?

À un moment de l'histoire, la civilisation apparaît comme la somme des connaissances, le patrimoine d'un groupe humain ou, pour la totalité de la planète,

¹ La Russie nous donnerait-elle, dans son expansion asiatique, un exemple entièrement différent ? Il nous a été malheureusement impossible de disposer de documents aériens pour en juger. C'est un manque essentiel, car nous aurions trop facilement tendance à voir seulement l'aspect radical des solutions adoptées par le gouvernement soviétique dans sa politique démographique, sans saisir en même temps toute l'importance de cette montée de peuples jeunes, entraînée, sans distinction de races, dans une aventure humaine sans précédent. L'influence de la tradition de l'empire tsariste et les aspirations profondes du pays russe ne sont certainement pas à négliger. Mais elles ne peuvent pas tout expliquer. La vision aérienne nous montrerait les divers représentants de la civilisation de la machine s'opposer dans leurs conceptions du monde : celle du plan, où la foi dans une doctrine impose des structures nouvelles, celle du rendement, où les soucis de la production et du développement du confort orientent une organisation. Reposant sur des bases aussi différentes, la civilisation de la machine est-elle, malgré son expansion sur la totalité de la planète, une civilisation ? Est-elle surtout la civilisation ?



*Photo Armée de l'Air - 83me Escadre.
Coll. Musée de l'Homme.*

Religions et Civilisations. La mosquée d'Agadès (A.O.F.). Comparée à la Mosquée Kazimain de Bagdad, cette petite mosquée de terre montre comment l'Islam s'est adapté à des milieux et des groupes ethniques différents. Par ses proportions, sa place dans l'agglomération, son style, l'édifice religieux fait corps avec la vie du pays.



*Photo Armée de l'Air - 38me Escadre.
Coll. Musée de l'Homme.*

Deux types de foules dans la vision aérienne. Au marché de Tahoua (A.O.F.) ci-dessus, la population noire vaquant à ses affaires, à des gestes lents, contemplatifs. A l'Exposition coloniale de 1931, les Parisiens, profitant d'un jour de loisir, semblent encore pressés et affairés. Remarquer les modes de regroupement et les détails innombrables sur les foules que l'on peut observer sur les vues aériennes. Rapprochons ces vues de celles de la plage de Miami (chap. *Vision aérienne*).

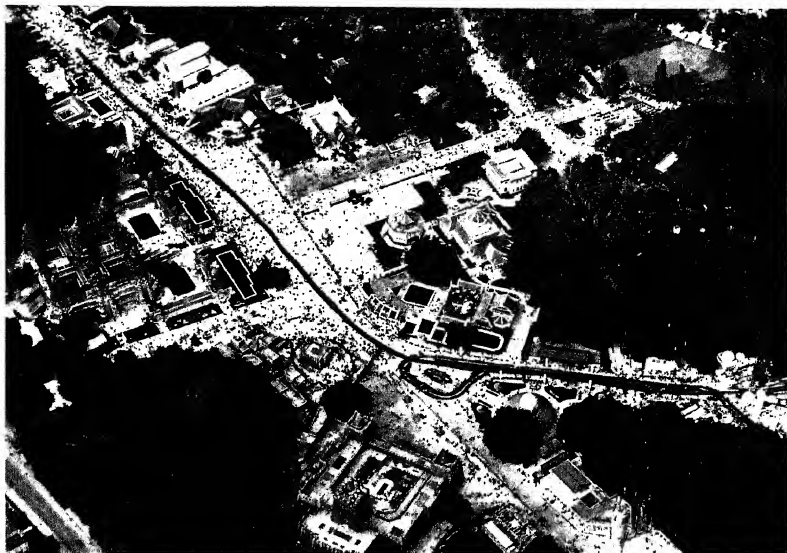
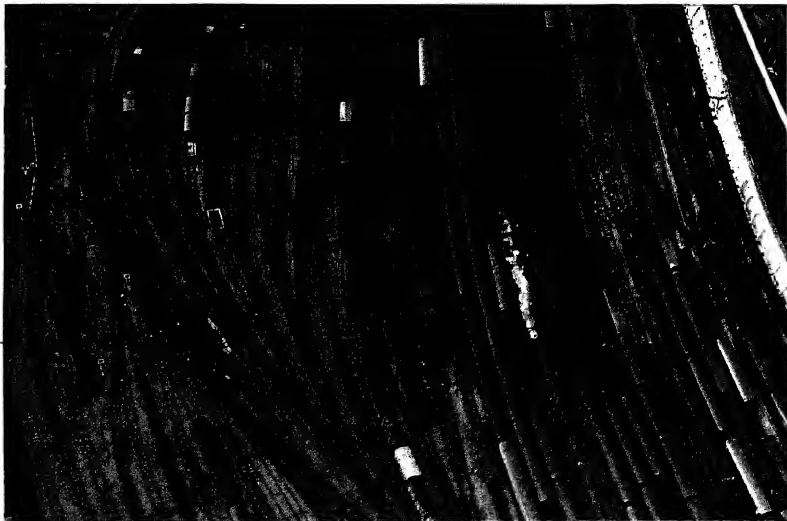


Photo Bayot.

L'Exposition coloniale, Paris 1931.

Groupes de wagons dans une gare. Bercy (Seine). La densité du réseau ferré et l'accumulation des wagons dans lesquels les voyageurs sont entassés, donnent une image frappante de la densité de la circulation et de la vie dans notre société.

Photo S. N. C. F.



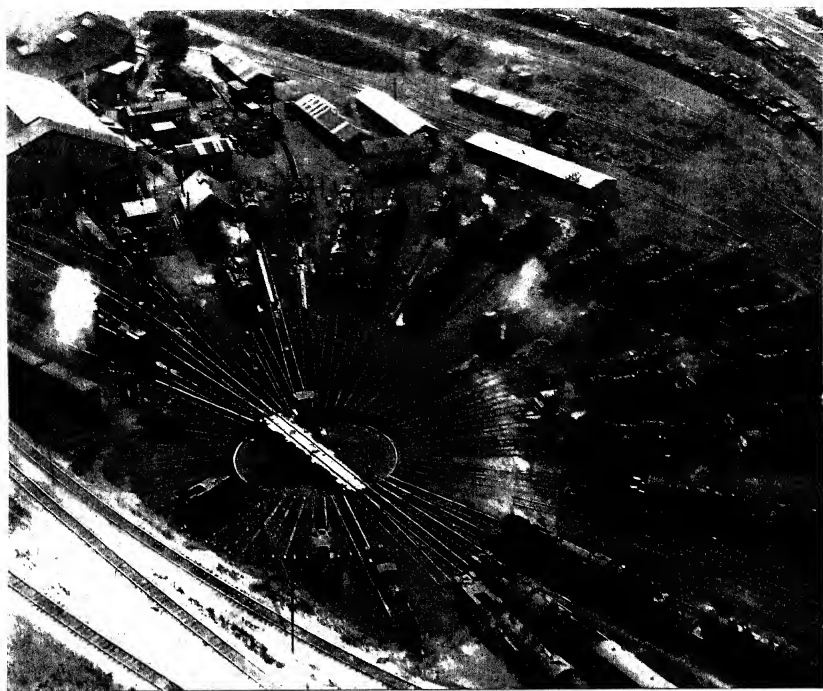


Photo S. N. C. F

Dépôt de Villeneuve-Triage (Seine-et-Oise). Le groupe de locomotives sous pression, concentrées autour d'une plaque tournante, donne une impression saisissante de la vie du monde industriel.

de l'humanité !¹ En avion, nous ne jugeons pas directement du niveau et du nombre de ces connaissances, mais nous en voyons plus clairement qu'auparavant le cadre, le contenant, nous distinguons plus facilement les voies d'échange, les points privilégiés, tout ce qui représente pour nous l'infrastructure, ce qu'un auteur contemporain appelle les canevas².

Nous avons vu que ces échanges ne pouvaient pas se faire ni les structures évoluer, sans qu'il existe des foyers, des creusets où, des éléments reçus, naissent des formes nouvelles. Le patrimoine, la masse des connaissances ne suffisent pas, il faut une animation dans une culture. La culture est l'expression de la vie dans la civilisation. Toute société, corps organisé, se désagrège lorsqu'il est figé dans des structures ou lorsque ses structures évoluent seulement sous des pressions extérieures ou matérielles. La culture est vie et elle n'est vie que si elle est animée par un idéal.

La vision aérienne nous a montré les cultures naissant dans des « berceaux » naturels au milieu desquels elles nous ont apparu, se développant en harmonie avec les pays environnants. Même les jardins à la française, dans leurs formes géométriques, ne peuvent pas se concevoir sous n'importe quel climat et la civilisation musulmane a toujours gardé une marque de son origine désertique. Nous avons vu comment elles ont pu être rajeunies, voire changer d'orientation, sous l'influence d'éléments étrangers qu'elles ont assimilés à leur profit sous forme d'acculturation. Mais elles gardaient toujours un lien avec leur milieu d'origine. Aujourd'hui, la civilisation industrielle, jusqu'ici rattachée à l'Europe dont elle avait gardé la nostalgie dans son épopée coloniale, doit s'adapter à son milieu nouveau qui est la planète toute entière. La culture qui l'exprime ne peut être qu'universelle. Aussi, certains peuples européens, sentant ce besoin sans le comprendre entièrement, ont pu confondre leur culture avec la culture, comme leur civilisation avec la civilisation, (le vocabulaire allemand qui ne possède qu'un seul terme : *Kultur*, nous en donne une illustration frappante) alors que la culture universelle ne peut naître que d'une aspiration commune de tous les peuples et de toutes les civilisations à travers leurs vocations propres.

Avenir de la civilisation. — En survolant une grande agglomération moderne que voyons-nous ? A part les bâtiments administratifs, les usines et les grands magasins, les gares de chemins de fer et les docks, qui sont les centres de la civilisation matérielle, y a-t-il une façon privilégiée pour la culture de se manifester ? Dans les villes anciennes modernisées nous voyons les vestiges du passé respectueusement épargnés au milieu des constructions modernes, puis des musées, des

¹ Le mot civilisation est relativement récent. Il est né à un moment crucial de l'histoire, au milieu de ces jardins français dont nous avons d'en l'air goûté l'art et la mesure. Proposé par les encyclopédistes du XVIII^e siècle, il n'a pris place dans le dictionnaire de l'Académie qu'en 1835, après la Révolution. Les définitions successives qui lui ont été données vont-elles être expliquées ou complétées par notre tour d'horizon aérien ? La civilisation est « l'ensemble des opinions et des mœurs qui résultent de l'action réciproque des arts industriels, de la religion, des beaux-arts et des sciences », ou encore « l'ensemble des éléments d'une vie sociale organisée qui ont assuré à l'humanité sa prépondérance sur les autres animaux et la domestication de la Terre ». Ces éléments sont bien ceux que nous avons rencontrés, dans les grandes zones où nous avons vu se développer les civilisations. (Littre. *Dictionnaire de la langue française*, l'*Encyclopédie Française* Art. Civilisation.)

² Arciniegas. La civilisation en Amérique latine in « *Civilisation* » (*Chemins du Monde* n° 1 Paris 1947).

bibliothèques où s'accumulent les connaissances, le patrimoine de la civilisation, mais rien de vraiment vivant ne déborde des cadres dont l'harmonie est perdue, pour concentrer l'attention. D'où cette impression de confusion que donne souvent une grande ville vue de haut, en dehors des restes qu'elle conserve du passé.

Les villes entièrement neuves dans leur développement vertical et leur plan tracé à angles droits nous donnent un autre témoignage. « Les rues sont orthogonales et l'esprit est libéré » disait Le Corbusier et ailleurs : « Les gratte-ciel sont trop petits »¹. L'homme moderne a besoin de cette libération des contingences matérielles imposées par la nature. Il aime cette nature et la recherche mais veut pouvoir en disposer librement sans se laisser diriger par elle dans les détails de la vie. La rue qui serpente sur les traces de l'ancien chemin ne peut le satisfaire. Le signe +, c'est-à-dire une droite coupant une autre droite en faisant quatre angles droits, ce signe qui est le geste même de la conscience humaine...² répond mieux à ses aspirations.

Car le langage commun à toute cette civilisation sur la terre entière, est un langage scientifique qui s'exprime, sur le sol comme dans la vie, en signes et en formules. Si la ville africaine ou la ville indochinoise reproduit dans son plan le mythe fondamental du groupe social qu'elle contient, la ville moderne dans ses lignes droites exprime le mythe de la Science. L'homme qui s'attache aux angles droits et aux lignes verticales croit au progrès par la recherche scientifique. Le monument qui exprimera le mieux sa foi sera-t-il un palais de la découverte élevé aux proportions d'une cathédrale ?

Y a-t-il là une solution aux contradictions qui, dans la vision aérienne, s'expriment dans l'infrastructure des sociétés ? La culture scientifique exprimerait la vie de la civilisation de la machine, et la foi dans le progrès animerait cette culture. Ces lignes droites se coupant à angle droit ne sont pas nées, nous l'avons vu, de la seule volonté de l'homme pour libérer sa pensée, mais des besoins économiques des anciens colons. Les nécessités matérielles et les plans des entrepreneurs peuvent amener les hommes à trouver les formes de vie qui leur conviennent le mieux, mais cela n'est pas certain. Le Corbusier a raison en un sens de dire que les architectes modernes ont manqué d'audace. Leur plan n'aurait de valeur que s'il avait été conçu entièrement librement. Or, nous voyons à chaque pas subsister des oppositions. Le riche quartier bourgeois du centre de la ville fait-il partie de la même société que cet alignement de boîtes rectangulaires disposées symétriquement aux environs de l'usine et dans lesquelles vivent les familles ouvrières ? Ce village d'une province reculée abrite-t-il la même humanité que l'énorme cité industrielle ? Quels liens les rattachent ?

Un autre genre de contradictions apparaît à l'aviateur entre les monuments expressifs de la pensée et de la foi, et l'ensemble des agglomérations où ils se trouvent ; les églises de la fin du XIX^e siècle ont été élevées dans des quartiers riches pour la plupart. Mieux encore, dans les pays d'outre-mer nous voyons, au

¹ Le Corbusier. *Quand les cathédrales étaient blanches*, pp. 66 et 72.

² *Id.* *Ibid.*, p. 71.

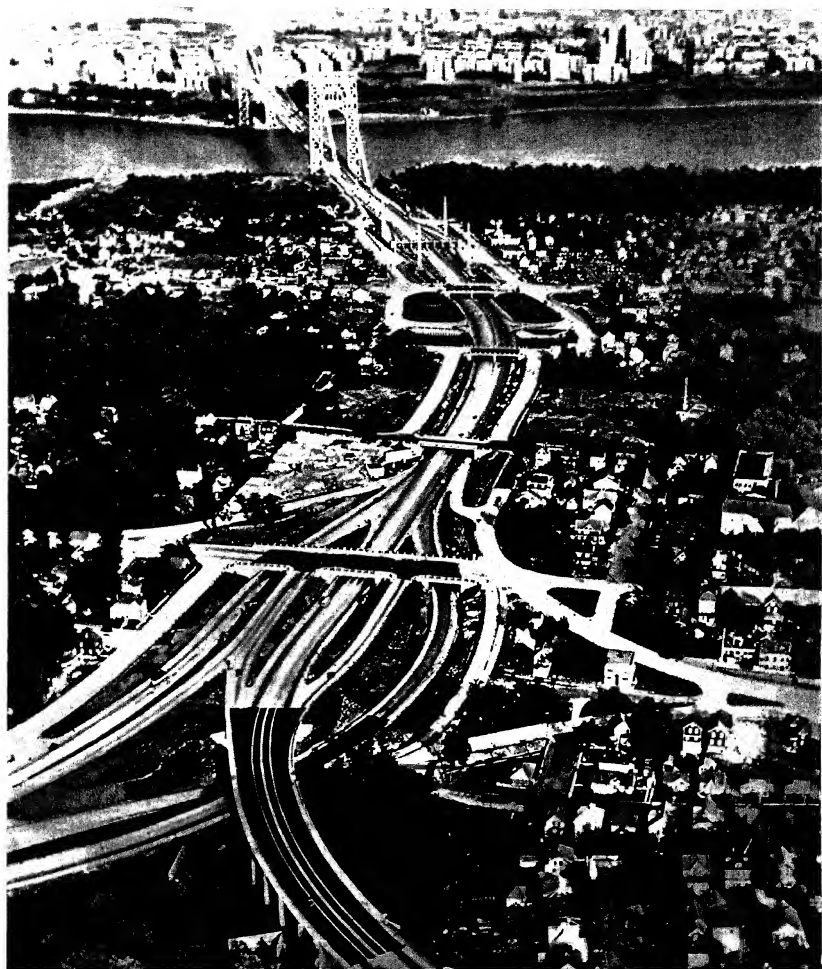


Photo U. S. I. S

Route de New-Jersey à New-York. Un exemple de la complexité des transports et des voies de communication dans la civilisation de la machine. Cette vue aérienne d'un des réseaux routiers qui relie l'état de New-Jersey, au premier plan, à l'île de Manhattan, centre de New-York City, que l'on voit dans le fond, et qui est reliée aux régions avoisinantes par 20 ponts, 18 tunnels et 17 services de bateaux, montre le système d'intercommunication des voies avec la route principale qui mène au pont George-Washington, long de 450 m., sur le fleuve Hudson. La route principale, divisée sur sa longueur par des bandes blanches, surplombe des routes secondaires qui la rejoignent et, dans la seule partie vue sur cette photo, est elle-même traversée par cinq ponts, desservant des routes transversales, pour éviter les croisements à niveau et permettre une circulation plus rapide et plus sûre du trafic automobile.

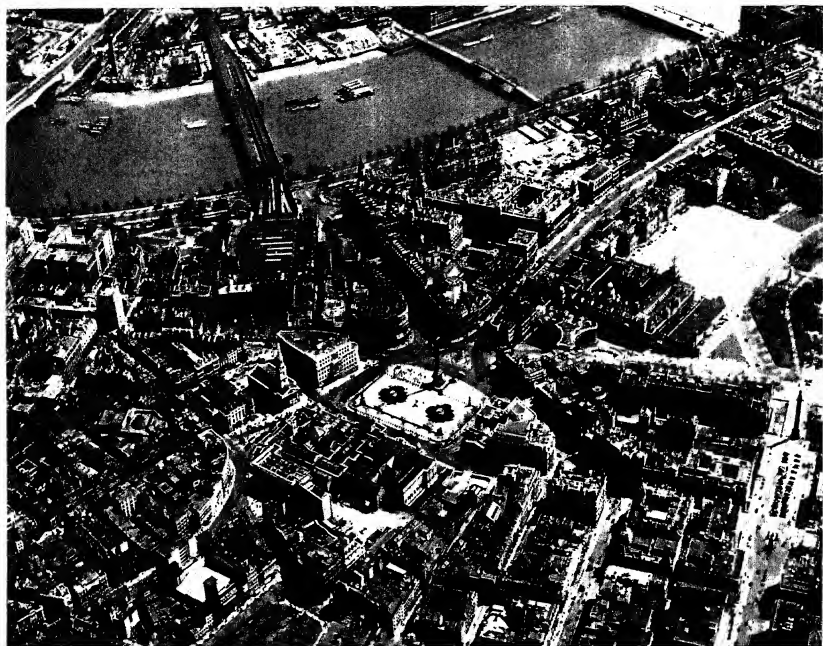


Photo Aérofils Ltd.

Londres. Trafalgar Square. Exemple d'une ville modernisée. Remarquer la place importante des bâtiments administratifs et commerciaux, de la gare au débouché du pont. L'église, que l'on voit devant la gare, semble écrasée dans cet ensemble. La place de Trafalgar, avec la colonne de Nelson, montre un attachement plus grand au culte des héros nationaux. En avant de la place : les grands bâtiments de la « National Gallery », musée national de peinture. Il devient impossible de voir sur quoi se concentre l'intérêt.



Phot. Off. de propagande et d'information, Montevideo.

Montevideo. Une ville modèle, aux rues orthogonales. A part quelques buildings commerciaux qui s'élèvent au-dessus des autres maisons et un square, au premier plan, rien ne vient rompre la régularité de l'ordonnement de la plus grande partie de l'agglomération.



*Charbonnages de France
Photo L. P. V. A.*

Une cité ouvrière. (Bruch, Lorraine). Toute une partie de la population ouvrière, dans la civilisation de la machine, vit dans des cités de ce genre, composées parfois de bâtiments beaucoup plus importants et plus élevés, mais toujours construits en série. Au travail à la chaîne, correspond l'habitation standard. Comparez cette vue à celle des quartiers bourgeois de Paris ou de Londres. Comment des groupes humains, ayant des modes de vies différents, pourraient-ils se comprendre dans la même civilisation ?

milieu d'une civilisation étrangère, surgir une église d'un art entièrement importé ou dont les adaptations sont faites par les arrivants et non par les hommes qui ont partagé de plein cœur une foi. Y aurait-il une compromission entre la colonisation capitaliste et la religion qui ferait perdre à celle-ci l'essentiel de son message et la ramènerait à une doctrine philosophique ? Cette compromission n'est d'ailleurs pas un danger pour la seule religion chrétienne. Si certains ont tendance à lier dans leurs esprits Amérique et Christianisme, d'autres ne séparent pas Marxisme et Russie. Dans ce cas, nous nous trouvons seulement en présence de deux idéologies conduisant deux civilisations tendant à s'opposer.

Nous sentons alors dans la vision aérienne comment s'impose à nous cette contradiction majeure qu'est la guerre, où les influences économiques et celles des idéologies sont inextricablement mêlées. Ceux qui ont participé à la dernière guerre, en contemplant d'un avion des scènes de destruction, en gardent le souvenir. L'éclatement de la bombe atomique, dont l'ampleur nécessite la vue aérienne pour être suivie dans son ensemble, prolonge cette inquiétude. Nous sentons mieux la possibilité de l'auto-destruction, non seulement de la civilisation, mais de l'humanité elle-même, la possibilité du suicide cosmique.

Devant ces contradictions, l'aviateur va-t-il, de son poste d'observation, épiloguer sur les « civilisations mortelles » et la fin de la civilisation ? Les écrivains qui utilisent si volontiers ces images ne sont-ils pas plus attachés à défendre une civilisation, leur civilisation, qu'à travailler au progrès de la civilisation ? On a bâti sur les hypothèses de la Science, comme sur la religion, des systèmes philosophiques qui sont dépassés au fur et à mesure des nouvelles découvertes. Un savant comme Lecomte du Noüy a dénoncé l'abus de ces épuisantes constructions de l'intelligence, en particulier dans la physique nucléaire. L'atome et l'électron de 1910 ne sont plus, fait-il remarquer, ceux de 1939, mais il y a des philosophes de la science pour le regretter, parce qu'ils avaient basé sur lui leur conception du monde. « L'électron d'aujourd'hui est aussi l'image de son époque ».¹ La science est une succession d'hypothèses qui permettent à l'humanité d'avancer dans sa libération matérielle. Mais elle ne peut donner les fondements d'une morale, et surtout elle ne peut satisfaire le besoin permanent de l'homme de se rattacher à un mythe. En nous penchant sur les lignes orthogonales de la cité moderne où rien ne témoigne de cette aspiration, nous sentons ce vide et cette angoisse. Le temple de la science peut-il suffire à la combler ? Ou serons-nous constamment au contraire, à la merci de l'apparition de mythes bien différents des mythes scientifiques, qui entraîneront de nouveau les foules dans de nouvelles catastrophes ?

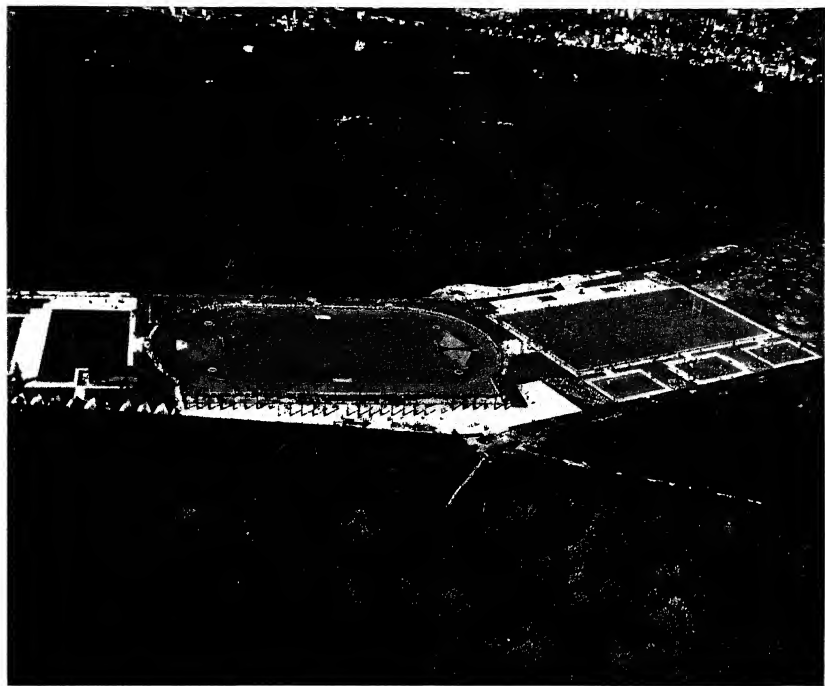
La science, lorsqu'on la suit à chaque instant dans ses diverses hypothèses, nous permet de faire tomber les croyances périmées. Elle nous libère des anthropomorphismes qui sont le narcissisme de l'humanité. La science marque l'indépendance des notions de civilisation, de culture et de foi. Elle nous conduit dans la construction des canevas, dans la préparation de l'infrastructure de la société de demain. Elle donne aux groupes humains sur la terre cet aspect nouveau que nous

¹ Lecomte du Noüy. *L'homme devant la Science*, p. 267.

pouvions pressentir. Au-delà des civilisations, elle apporte les bienfaits de la civilisation.

Dans ces cadres construits par elle, l'aviateur peut, d'en haut, voir se créer librement des formes dans des cultures vivantes qui s'expriment différemment dans les différentes régions du monde. Mais cette civilisation ne sera animée par ces cultures, et peut-être un jour par une culture, que si l'homme garde cette ouverture à l'inconnu qui l'attire perpétuellement en avant dans le mouvement de l'évolution. La découverte aérienne, en nous faisant saisir par les sens la place de l'homme sur la Terre et de la Terre dans l'Univers, nous fait mieux sentir le besoin d'une unité du monde. C'est la joie de l'homme penché vers le sol de s'effacer lui-même dans ce monde où, seul, il n'est rien... sinon le « roseau pensant » où, dans un instant, se réalise cette unité !

P. CHOMBART DE LAUWE.



Le stade dans la vie moderne. Aux environs de Paris, la direction nationalisée des Usines Renault (30.000 ouvriers) a créé, dans les bois proches des bâtiments industriels, un stade destiné à son personnel. Le sport joue, dans la civilisation de la machine, un rôle de plus en plus important, comme compensation et comme moyen d'évasion et de détente.



Photo U. S. i. S.

La guerre dans la vision aérienne. Comment se détruisent les civilisations. Combats entre Japonais et Américains en Chine. Les bombardiers de la XIV^e Armée de l'air américaine attaquent les retranchements japonais.



Photo U. S. i. S.

Protégés par la chasse, les bombardiers déversent 100 tonnes de bombes, dont une grande partie incendiaires, sur les positions des environs de Chin-Kiang. La Chine, terrain de vieille civilisation et champ de bataille, subit à la fois l'invasion japonaise et le bombardement des forces alliées.



Paris. Un essai d'harmonie entre le passé et le présent. Le grand alignement de l'avenue du Bois (au premier plan), des Champs-Élysées (après l'Arc de l'Etoile), des Tuileries et du Louvre (à l'arrière-plan) nous offre un exemple de continuité dans le développement d'une civilisation. Remontant ainsi, dans cette vue perspective, du plus récent au plus ancien, nous aboutissons, légèrement sur la droite, aux témoins du moyen âge : la Cité et Notre-Dame.

Photo Armée de l'Air - 33^{me} Escadre



Photo Armée de l'Air - 33me Escadre

Paris. Un essai d'harmonie entre le passé et le présent. Le grand alignement de l'avenue du Bois (au premier plan), des Champs-Élysées (après l'Arc de l'Etoile), des Tuileries et du Louvre (à l'arrière-plan) nous offre un exemple de continuité dans le développement d'une civilisation. Remontant ainsi, dans cette vue perspective, du plus récent au plus ancien, nous aboutissons, légèrement sur la droite, aux témoins du moyen âge : la Cité et Notre-Dame.

NOTES TECHNIQUES

INTRODUCTION

Dès que l'homme eut appris à voler, l'aéronef devint pour lui, en même temps qu'un moyen de transport, un moyen d'investigation de la surface terrestre et de l'espace avoisinant.

Nous allons ici reprendre les questions traitées dans les chapitres précédents non plus du point de vue des résultats obtenus mais en fonction du matériel utilisé et des méthodes employées. Cet exposé mettra donc en lumière la manière dont certaines connaissances ont été obtenues et, partant, leur degré de précision, les possibilités du matériel actuel ou futur, donc les domaines nouveaux en cours d'exploration, ainsi que les obstacles qui retardent ou arrêtent certaines recherches. Il donnera en particulier une idée de la façon dont ces problèmes sont abordés par l'expérimentateur, l'aviateur ou le constructeur.

Pour effectuer cette exploration les premiers aéronautes utilisèrent tous les véhicules permettant de s'élever dans l'atmosphère : ballons, cerf-volants, avions, et mesurèrent les phénomènes qui les intéressaient avec les instruments élémentaires qu'étaient leurs sens. C'est ainsi qu'au cours d'une ascension en ballon l'asphyxie des membres de l'équipage leur apprit que l'air devenait irrespirable en altitude, le froid leur donna une idée du gradient de température. La surface du sol intéressa plus particulièrement les militaires qui virent dans les ballons un développement de l'observatoire d'artillerie, puis se servirent de tous les aéronefs pour observer les mouvements de l'ennemi, la disposition des troupes et des obstacles sur le champ de bataille. Le procédé fut repris par les géographes qui y découvrirent un moyen pratique de vérifier l'exactitude de leurs cartes.

Rapidement cette exploration s'organisa et, en même temps que les types d'aéronefs se multipliaient, les différentes disciplines se forgèrent des instruments pour scruter avec précision le domaine qui les intéressait.

A l'heure actuelle, selon qu'il s'agit d'étudier la surface terrestre ou l'espace, les véhicules et les instruments se sont fortement différenciés, le premier domaine intéressant particulièrement les militaires et les géographes et le second les physiciens.

Le véhicule

Après une période de tâtonnements où la faveur alla au plus léger que l'air et dont quelques vestiges se sont encore retrouvés sous la forme des moto-ballons de la marine américaine pendant la guerre de 1939-1945, l'évolution de la technique aérienne imposa rapidement l'usage de l'avion. Maniable, pouvant évoluer à toutes les altitudes, de plus en plus rapide et présentant des vues généralement bien dégagées, ce moyen de locomotion se prêtait admirablement à l'observation aérienne. Il eut rapidement la faveur et les crédits de l'armée à cause de l'avantage qu'il avait de pouvoir, grâce à sa vitesse, sa maniabilité et sa souplesse d'emploi, échapper aux coups de l'ennemi qui auraient atteint les ballons et les dirigeables.

Remarquons que c'est en fonction de la guerre que les étapes les plus importantes de la technique aéronautique ont été franchies. Aussi est-il intéressant d'aborder la plupart des questions par l'exposé des problèmes militaires qui lui ont donné naissance.

Lorsque se fonda, pendant la guerre 1914-1918, une aviation de guerre, une de ses branches se spécialisa dans l'étude du sol, appelée, selon les missions, aviation d'observation ou de reconnaissance. L'avion lui-même finit par se spécialiser, pour se soumettre aux servitudes propres au travail qu'on exigeait de lui. C'est ainsi que l'on vit, parmi les avions anciens, le type « Les Mureaux » et parmi les avions dits modernes la version reconnaissance du Potez 63, le 63-11. Une évolution parallèle se manifestait dans les aviations étrangères. L'entre-deux guerres vit ainsi se développer une aviation militaire de reconnaissance dotée de types d'avions qui lui étaient propres. La faveur des états-majors en France, comme en Angleterre d'ailleurs, se porta vers le multiplace lourd, peut-être sous l'influence de la théorie du Général Douhet, qui voyait l'avenir de l'aviation dans le bombardier multimoteur.

La guerre de 1939 se chargea de prouver que toute théorie doit compter avec un facteur toujours changeant, l'ennemi. L'avion de chasse se chargea de nettoyer rapidement le ciel de ces avions lourds et lents que leur mission obligeait à naviguer isolés ou par petits groupes. En 1941, les plus légers et les plus maniables d'entre eux, les triplaces construits par Bristol, durent avouer leur impuissance et disparaître. Les armées alliées se trouvaient privées de leurs yeux au moment même où la vigilance était pour elles une question de vie ou de mort.

La reconnaissance décida de combattre alors la chasse par ses propres armes. Un avion monoplace, reprenant une expérience qui était passée inaperçue en 1918, allégé, montant plus haut que le chasseur correspondant, fut équipé pour des missions photographiques. On choisit ce qu'il y avait de mieux à l'époque: le Spitfire. La nouvelle méthode présentait de nombreux inconvénients. On n'avait plus, comme sur le multiplace, une cabine spacieuse pour y loger les instruments nombreux et variés, précis et encombrants. L'équipage, réduit à un seul homme, ne pouvait plus avoir de grandes qualités d'observateur, de photographe, de navigateur. Il s'agissait « d'en revenir », et pour cela d'être un bon pilote et un bon tireur.

L'aviation américaine suivit le mouvement et affecta à la reconnaissance les chasseurs « Mustang » et « Lightning ». Ce dernier fut d'ailleurs privé de ses armes au profit du plafond et de la maniabilité.

Pendant ce temps les opérations se déroulaient, la supériorité aérienne revenait aux Alliés et on vit apparaître une aviation de « Piper Cubs », pendant des « Fieseler Storch » allemands, équipée d'avions légers, éphémère réincarnation de la vieille aviation d'observation, devant sa vie à la circonstance exceptionnelle d'un ciel entièrement ami.

Cependant le multiplace de reconnaissance n'était pas mort. Le monoplace présentait un vice majeur: la faiblesse de son rayon d'action. En 1945 son autonomie ne dépassait pas 4000 km. alors que certains théâtres d'opérations embrassaient des continents ou des océans entiers. L'aviation tactique, voire stratégique, était satisfaisante; il fallait en envisager une à l'échelle intercontinentale. C'est ce que firent les Américains en étudiant un avion actuellement connu sous le nom de « Rainbow ». S'il avait pu sortir avant la fin des hostilités, cet avion aurait pu servir à effectuer des reconnaissances profondes sur le Japon à partir des îles du Pacifique, sa vitesse et son plafond permettant d'esquiver provisoirement la destruction par les chasseurs adverses. La



Photo Armée de l'Air - 33^{me} Escadre.

Un P. 51 sur le Soudan, avion monoplace de la 33^{me} Escadre de chasse de l'Armée de l'air, en mission photographique en A.O.F. Un grand nombre des vues publiées dans ce livre ont été prises par cette formation militaire sur des avions de ce type.

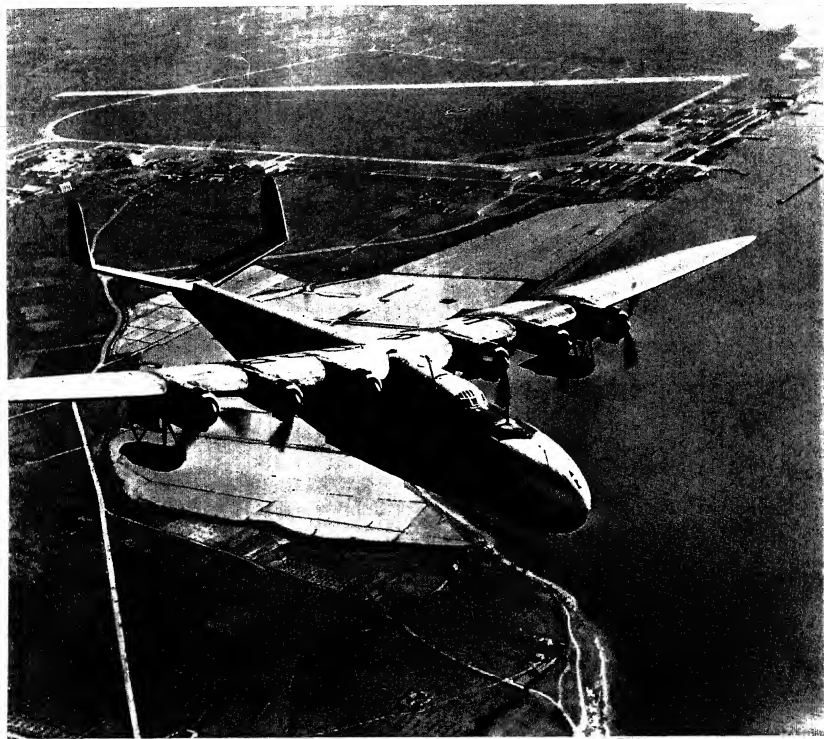


Photo Centre d'Essais en vol de Brétigny.

Un type d'avion français de construction récente.

fin de la guerre amena la reconversion de cet appareil à des fins lucratives et on l'aiguilla vers l'aviation de transport.

Nous n'avons pas parlé de l'activité de l'aviation civile pendant toute cette période. Elle a été en effet assez réduite en regard des puissantes flottes aériennes militaires mises en œuvre et d'ailleurs généralement tributaire des armées pour les avions et les appareils de mesure.

Nous nous trouvons donc à l'heure actuelle en présence de trois types d'appareils principaux :

— L'avion léger, lent, à équipage réduit, pouvant convenir à certaines missions du temps de paix ou en période de supériorité aérienne.

— L'avion rapide, de tonnage moyen, monoplace ou à équipage réduit. Ses caractéristiques doivent être comparables à celles du meilleur chasseur adverse. Les instruments qui l'équipent ne doivent pas être très nombreux et leur maniement doit être aisé. Lorsque la question du rayon d'action sera résolue, ce sera l'avion de guerre par excellence. Ses caractéristiques concernant l'équipage, la vitesse, le plafond, etc., conduisent tout naturellement à adopter l'avion à réaction du type sonique ou supersonique, prévu par les programmes actuels de la chasse. La réduction de l'équipage permet d'affirmer que son développement prochain s'orientera vers l'avion téléguidé, et son développement lointain vers « l'Engin Spécial ». Des expériences ont été entreprises par les U.S.A. dans ces domaines, dont les résultats semblent pleins d'avenir. Il sera plus particulièrement question de ces engins dans les chapitres qui vont suivre car leur utilisation les conduit actuellement plutôt vers l'exploration de l'espace.

— L'avion lourd, à grand rayon d'action ou à grosse capacité. Avion transocéanique pour la guerre, avion laboratoire pour la paix, c'est l'avion qui offre le plus de possibilités. En effet, comme nous l'avons dit, c'est le seul type d'avion susceptible de posséder une forte autonomie. Il peut voler loin, et c'est ce qui en a déterminé l'étude à des fins militaires; en temps de paix cette propriété lui permet de visiter les points du globe difficilement accessibles. On connaît suffisamment les difficultés qu'ont rencontré toutes les expéditions polaires pour aménager des bases de départ assez proches de leur objectif, pour comprendre l'intérêt qu'il y aurait à travailler à partir d'un aéroport situé dans un pays habitable. Cet avion peut voler longtemps; cette propriété lui permet toutes les missions de très longue durée, telles certaines missions photographiques qu'il y a intérêt à exécuter en une seule fois ou celles qui étudient un phénomène fonction de l'heure, tels la progression des marées ou le déplacement d'un nuage de sauterelles.

Le multiplace lourd est spacieux. Il peut emporter un personnel nombreux qui se partagera le travail. L'équipage comprend, outre le pilote, un navigateur contrôlant une localisation précise de l'appareil, un radio assurant les multiples liaisons pouvant être utiles, etc.... L'équipe de recherche pourra comprendre tous les spécialistes nécessaires assurant chacun un travail bien précis. N'étant pas limités par l'espace et le poids, ils pourront emporter un grand nombre d'instruments et surtout des instruments de précision, qui sont généralement encombrants. Ils pourront même y aménager un laboratoire élémentaire et exécuter en l'air des travaux qui ne pouvaient avoir lieu qu'au sol après atterrissage, comme le développement et le tirage des photographies. Ils pourront également avoir à bord des appareils de retransmission communiquant immédiatement aux intéressés les résultats de certaines recherches.

Ce type d'appareil se prête en particulier à l'aménagement de cabines étanches assurant, outre le confort du personnel, la possibilité pour lui de travailler longuement à haute altitude et par basse température extérieure. Ces cabines protégeront également de l'influence extérieure certains instruments délicats, sensibles au froid, à l'humidité, aux variations de pression, etc....

Enfin cet appareil est stable. Il permettra au personnel de travailler dans le mauvais temps, et par forte turbulence, qualité indispensable au bon déroulement des missions photographiques de précision, comme on le verra plus loin. Enfin il permettra un fonctionnement correct de tous les appareils délicats.

Des avions de ce type sont actuellement en usage en France: forteresses volantes ayant survécu à la guerre, qui seront bientôt remplacées par un appareil spécialement conçu chez nous pour les relevés cartographiques et la télévision: le S.E. 1010.

L'instrument d'exploration

Pour explorer la surface terrestre, le système le plus simple consista à utiliser l'homme lui-même. Mais si l'on considère cette méthode de recherche utilisant l'œil comme appareil, la vision aérienne présente bien des défauts. D'abord les distances auxquelles on opère font perdre à l'observateur aérien les avantages de la vision binoculaire. A mille mètres d'altitude, les chaînes de montagnes se détachent encore sur l'horizon mais leur aspect varie selon l'angle sous lequel on les regarde ou celui sous lequel le soleil les éclaire. A la verticale, par contre, tout s'aplatit, les collines se confondent avec la plaine, les arbres apparaissent comme des taches, ainsi que les maisons, et seuls les obstacles suffisamment détachés pour porter des ombres nous font comprendre que tout n'est pas rigoureusement horizontal. A mille mètres, les deux yeux, espacés de quelques centimètres à peine, voient pratiquement la même image; il n'y a pas d'horizon sur lequel se détache la silhouette des objets; les cotes sont faibles par rapport aux autres dimensions et la colline, qui nous paraissait si haute vue du sol, ne parle plus aux yeux. Cet effet est renforcé par la nature de l'atmosphère. Les brumes et les poussières que l'air contient atténuent les couleurs, beaucoup plus dans la vision verticale que dans la vision horizontale. Contrairement au ciel qui, vu du sol, a une belle teinte bleue, la terre vue du ciel est morne et grise. Les belles teintes vertes des forêts, les toits rouges des maisons ne ressortent plus: on dirait une aquarelle fanée au soleil. Parfois les phénomènes atmosphériques vont jusqu'à empêcher l'observation, et certaines brumes sèches peuvent rendre par beau temps l'observation aérienne assez illusoire. Sous l'influence des habitudes acquises par les observateurs terrestres ou marins, on essaya d'augmenter les possibilités de l'œil par des systèmes optiques appropriés. La longue-vue des anciens navigateurs tenta de revivre sous la forme de jumelles spéciales à grande clarté et à grand champ. Mais cette tendance, dont l'aboutissement présenterait un gros intérêt, n'a jusqu'à présent conduit à aucun résultat pratique. La raison en est peut-être que, dans les aéronefs actuels, l'emploi de ces appareils lourds et encombrants est incommode; il oblige en outre l'observateur à un effort d'attention et d'accommodation visuelle qui, joint à la fatigue du vol, lui fait, finalement, préférer d'autres méthodes.

Enfin, malgré toutes ses qualités, l'œil est un instrument d'appréciation mais non un instrument de mesure. S'il donne des éléments impondérables que jamais aucun appareil, si perfectionné soit-il, n'arrivera à saisir, il ne permettra jamais d'affirmer que telle longueur est le double de telle autre, surtout dans le cas d'une vision tant soit peu oblique; il ne permettra pas de compter sans erreur les arbres d'une plantation, les véhicules d'une colonne en marche. Et si certaines de ces opérations étaient à la rigueur réalisables, elles exigeraient plus de temps qu'il ne serait possible de leur consacrer. En outre, en plus des erreurs propres à l'œil, ce mode d'observation est sujet à l'erreur personnelle de l'observateur, erreur d'appréciation, erreur d'inattention, etc....

Il fallut donc chercher un appareil qui puisse allier aux avantages optiques de l'œil ceux d'un enregistrement précis des points observés, et l'on eut recours à l'appareil photographique. Celui-ci n'avait d'ailleurs pas attendu que l'homme s'élève dans les airs pour aller l'y remplacer. Des expériences avaient déjà été tentées, en suspendant des appareils à des ballons ou des cerf-volants. On tâcha même de faire prendre des photographies par des pigeons! Mais toutes ces tentatives ne pouvaient conduire à des résultats intéressants, en raison, surtout, du manque de précision dans la visée. L'appareil photographique n'acquies sa véritable importance que le jour où il fut manié par l'homme. Il fit ses débuts dans le domaine artistique et le photographe Nadar acquit une certaine célébrité en publiant des vues aériennes d'endroits connus. Bientôt il conquiert les domaines militaire et scientifique: le document obtenu par cette nouvelle technique présentait, en effet, l'avantage d'être vrai à une date précise, l'instant de prise de vue. Le renseignement qu'il révèle pouvait être situé dans le temps; d'autre part, ce renseignement pouvait être, en tenant compte de la marge d'erreur due aux déformations diverses, mesuré avec précision. Un troupeau, masse toujours en mouvement, immobilisé sur le papier par le déclin de l'obturateur, pouvait être dénombré à tête reposée: Il sera question plus loin des procédés qui permettent de déceler sur une photographie le renseignement militaire et de reporter sur la carte les détails topographiques de la région photographiée.

Sous la pression des événements les armées furent rapidement les principales commanditaires de la nouvelle technique. Des maisons d'instruments d'optique se spécialisèrent dans la construction d'appareils spécialement adaptés à ce genre de travail, tels Labrely en France ou Fairchild aux Etats-Unis.

Quels sont les éléments qui, aujourd'hui, caractérisent les appareils pour prise de vues aériennes ? Ce sont : la robustesse, l'automatisme, la clarté de l'objectif, la rapidité d'obturation et surtout le grand format.

Appelé à travailler dans des conditions pénibles pour un appareil de précision, l'appareil de prise de vues aériennes doit, avant tout, être solide, indéformable, insensible aux chocs et aux vibrations. Les avions qui le transportent habituellement sont munis de moteurs à pistons qui entretiennent dans tout le fuselage des vibrations importantes; l'appareil doit avoir malgré cela un fonctionnement correct, fidèle et constant. On élimine évidemment une grosse partie de ces vibrations par l'utilisation de supports appropriés, jouant le rôle d'amortisseurs; il faut néanmoins qu'aucune pièce ne risque d'entrer en résonnance, qu'aucun joint ne joue. D'autre part l'appareil est soumis pendant le vol à de fortes accélérations, aussi bien vers le bas que vers le haut : les « coups de tabac » le soumettront à des chocs violents dans toutes les directions et les « ressources » appliqueront à chacune de ses pièces des accélérations doubles ou triples de celle de la pesanteur. L'appareil doit également résister aux brusques variations de température. Quitte le sol, dans une carlingue qui a généralement chauffé une partie de la journée au soleil, il se trouve porté en très peu de temps dans une atmosphère où des températures de -50° ne sont pas du tout inhabituelles. Non seulement sa solidité ne doit pas être pour cela compromise, mais on exige également de lui que ses qualités optiques ne soient pas modifiées. Il sera donc construit en matériaux dont le coefficient de dilatation aura été soigneusement étudié. Les colles joignant les lentilles de l'objectif ne devront pas geler; des cristallisations de glace, provenant de la vapeur atmosphérique, ne devront pas altérer le système optique ou bloquer certains organes. Ce défaut a longtemps été un écueil pour la photographie en altitude et sa solution est encore loin d'être parfaite. On le pallie actuellement en réchauffant les différents éléments sujets à panne, soit en y insérant des résistances électriques, comme dans le cas des objectifs, soit en les balayant à l'aide d'un courant d'air chaud, comme les mécanismes annexes, soit enfin en réchauffant entièrement l'atmosphère de la cabine où l'appareil est installé. Parallèlement au froid, la variation de la pression atmosphérique exige de l'appareil certaines qualités. Son action s'ajoute à celle du froid dans la formation de buées et de cristallisations; elle provoque la dilatation des masses d'air contenues dans l'appareil et pour lesquelles il faut prévoir des mises à l'air libre, enfin elle modifie les conditions d'utilisation des organes à dépression pneumatique, s'il en existe.

L'appareil photographique doit également être à répétition. Il ne saurait être question d'effectuer un vol pour exécuter deux ou trois clichés. Un grand nombre de vues doivent être prises et, souvent, à des intervalles très rapprochés. Dans les premiers appareils, c'était l'opérateur qui déclenchait, escamotait et réarmait manuellement. Ce procédé, à mesure que les missions exigèrent un plus grand nombre de photos et des cadences plus rapides, devint vite impraticable, et on dut avoir recours à l'automate. Les diverses solutions à l'escamotage rapide ne sont pas toutes parfaites et la question est actuellement en pleine évolution. Disons, pour fixer les idées, que le cycle complet pour certaines caméras actuelles doit s'effectuer dans un laps de temps voisin de la seconde et qu'il va falloir sous peu envisager des systèmes beaucoup plus rapides. Comme les photographies doivent généralement être prises à des intervalles réguliers, on a réalisé un appareil très simple pour commander la manœuvre. L'intervallomètre est un chronomètre, électrique par exemple, qui ferme un circuit électrique ou déclenche une commande pneumatique à des intervalles réguliers, que l'on fixe à l'avance par simple affichage. Il est généralement muni de visuels qui indiquent à l'opérateur le déroulement du cycle de fonctionnement et le préviennent des pannes.

L'appareil photographique aérien doit posséder un objectif très lumineux. En effet il est destiné à photographier selon des axes voisins de la verticale, où la quantité de lumière réfléchie est faible. L'absorption atmosphérique contribue à diminuer son rendement. Les basses couches de l'atmosphère à travers lesquelles il photographie sont évidemment les plus opaques, car elles

contiennent toujours des impuretés, des bancs de brumes sèches ou de légers brouillards qui absorbent, réfléchissent ou diffractent les rayons lumineux, aussi bien à l'aller, quand ils proviennent du soleil, qu'au retour, quand la terre les a réfléchis. Le problème de l'objectif est d'ailleurs intimement lié à celui de la vitesse d'obturation et à celui de la sensibilité de l'émulsion; et c'est pourquoi les grandes ouvertures cessent à l'heure actuelle d'être un problème de première urgence. Utilisant souvent jusqu'à présent la pleine ouverture, nous pourrions, paraît-il, bientôt diaphragmer en raison de la sensibilité d'émulsion des nouveaux produits. Pour répondre à ce besoin a été construit le diaphragme automatique de la *Motion Picture Camera* américaine « A 6 », commandé à l'aide d'une cellule photo-électrique par l'éclairement du sujet.

Notons que les objectifs actuels se composent généralement de plusieurs lentilles accolées et que, par leur construction, ils se rapprochent fort des systèmes optiques utilisés pour des instruments terrestres. Ils présentent sur ceux-ci une différence notable, c'est qu'ils possèdent généralement une distance focale importante. Cette grande distance focale est nécessitée par la limite apportée à l'examen des détails par le grain de la pellicule. Prenons un exemple: Nous voulons photographier à l'altitude de 5000 m. un objet ayant une dimension de 1 m. Pour obtenir un examen satisfaisant de son image il est nécessaire que celle-ci ait, par exemple, un quart de millimètre. Cela nous oblige à utiliser un objectif d'une distance focale de 1 m. 25. On pourrait, évidemment, prendre des photographies à plus petite échelle et les agrandir pour l'examen, mais ce procédé, outre qu'il complique considérablement les opérations de tirage, exigerait des émulsions d'un grain trop fin pour qu'on puisse les produire industriellement. Il est pour le moment absolument contre-indiqué pour les missions de guerre. Il va sans dire que plus les véhicules aériens vont haut, plus la nécessité de grandes distances focales se fait sentir. En 1945 des distances focales de l'ordre de 60 cm. (24 *inches*) étaient courantes; depuis, les Etats-Unis ont construit des objectifs de 100 *inches* (2 m. 50 environ) et une caméra de 200 *inches* aurait fonctionné.

Au fur et à mesure que l'appareil s'élève dans l'atmosphère, avons-nous dit, il est sujet à l'action des basses températures et des basses pressions. Quelques tentatives ont été faites pour le soustraire à cette action en enfermant le matériel photographique, ainsi que le personnel d'ailleurs, dans des cabines étanches mises sous pression. Une des difficultés rencontrées est, par exemple, d'y ménager des fenêtres; pour ne pas altérer le système optique, celles-ci doivent obligatoirement être des glaces planes à faces parallèles, mais ces glaces résistent mal aux pressions. Quoiqu'il en soit, l'appareil photo est généralement à l'air libre et, à très haute altitude, il est sujet à un nouveau phénomène: l'altération de sa distance focale par le changement des qualités optiques de l'air qui l'environne. Il faut donc soit prévoir un réglage du tirage de l'appareil, soit ajuster la distance focale. Comme le tirage est généralement fixe pour des raisons de construction, on a étudié la seconde solution: il existe un objectif composé d'un système optique dont la lentille arrière baigne dans un liquide et peut se déplacer: le 40 *inches Baker Telephoto*.

L'augmentation des distances focales entraîne comme corollaire celle du format. Le champ utilisable est, en effet, directement fonction de leur valeur. Or il y a intérêt à l'utiliser au maximum pour ne pas multiplier à l'infini le nombre de photographies à prendre pour couvrir une zone déterminée. Théoriquement, au point de vue optique, pour avoir des images de même qualité sur le pourtour de l'épreuve, la photographie devrait être ronde et centrée sur l'axe optique. Mais sous cette forme elle ne serait pas d'une utilisation pratique; aussi a-t-on généralement adopté des formats carrés, avec des côtés parallèles et perpendiculaires au sens de la marche du véhicule. Certains constructeurs utilisent un format rectangulaire en étendant les extrémités de la photo dans la zone marginale où l'image est moins bonne. Les exigences de l'automatisme et de la précision ont fait naître certaines difficultés mécaniques de réalisation, qui font qu'à l'heure actuelle deux types de support sont utilisés pour l'émulsion: la plaque et la pellicule.

La plaque en verre, première en date dans la photographie courante, présente des avantages indéniables. La surface peut être aussi plane qu'on le désire, la répartition de l'émulsion peut y être faite d'une façon très homogène, les déformations dues aux causes mécaniques sont pratiquement nulles, celles dues aux causes physiques, comme la dilatation, sont évitables ou facilement calculables. Enfin, elle se conserve bien, le verre ne vieillissant pas: c'est le support-type adapté aux missions de précision. Par contre, elle présente certains défauts: elle casse au

moindre incident mécanique ou sous l'action de secousses et de vibrations; employée en grande quantité, son volume et son poids deviennent rapidement prohibitifs, surtout à bord d'aéronefs où la place est mesurée; son inertie est un gros obstacle à un escamotage rapide. La pellicule, au contraire, ne craint pas la casse; souple, elle se prête à un déroulement facile et à un escamotage rapide; son poids est faible, de même que son volume. Par contre, elle présente un inconvénient sérieux, dès qu'il s'agit de formats importants: sa planéité est très difficile à assurer. Plusieurs systèmes ont cherché à y remédier avec plus ou moins de succès: plateaux presseurs, souffleries, aspiration. Elle est également sujette à des déformations importantes; la traction du mécanisme de planéité ou d'escamotage la déforme au moment de la prise de vue; pendant son emploi comme pendant son stockage, elle subit l'action de la chaleur et de l'humidité; l'eau l'imbibe pendant le développement; l'air, la pesant, les efforts mécaniques la distendent pendant le séchage. Néanmoins, une bonne réalisation semble avoir été faite aux États-Unis: celle du support dit « topographique », introduisant des erreurs suffisamment faibles pour en permettre l'utilisation pour des missions photogrammétriques.

La dernière partie constitutive de l'appareil photo est l'obturateur. Dans le cas de la prise de vue aérienne, il doit posséder des caractéristiques spéciales. Outre les conditions de robustesse et de fonctionnement dans un milieu aux caractéristiques variables, il doit remplir celle d'une grande vitesse. Cette vitesse était primitivement imposée par les importantes vibrations; cette servitude est maintenant moins impérieuse et disparaîtra, paraît-il, à peu près complètement dans le domaine super-sonique. Par contre elle est exigée par un nouveau facteur: celui de la vitesse du véhicule. Prenons l'exemple d'un avion se déplaçant à la vitesse, courante actuellement, de 200 m./sec. et prenant des photos à 1000 m. avec une caméra de 20 cm. de distance focale, au $1/100^{\text{me}}$ de seconde. Pendant la durée de déclenchement l'image d'un point aura parcouru sur la pellicule 0,4 mm.: la photographie sera « filée », et elle le sera d'autant plus que l'avion volera plus bas et plus vite. Des obturateurs de plus en plus rapides furent utilisés avec, évidemment, des ouvertures de plus en plus grandes à l'objectif, et deux types sont actuellement courants: l'obturateur à rideau et l'obturateur d'objectif. Notons que le premier présente l'inconvénient de ne pas exposer au même instant les différentes parties de la pellicule, introduisant une déformation particulière en raison du déplacement de l'image. Plusieurs procédés furent expérimentés pour atténuer le filage: obturateur à grande rapidité, allant jusqu'au $1/2000^{\text{me}}$ de seconde; obturateur à prismes tournants déviant les rayons lumineux en sens inverse de la marche, de façon à garder l'image immobile, et entraînant à deux vitesses: vitesse d'escamotage et une deuxième plus lente, entraînant la pellicule selon le déplacement de l'image. Ce deuxième procédé nous a conduit à une réalisation révolutionnaire en photographie, car elle entraînait purement et simplement la suppression de l'obturateur.

La caméra à déroulement continu est constituée de la façon suivante: un système optique normal projette l'image sur une fente analogue à celle d'un obturateur à rideau, variable en largeur mais fixe en position. Un système de synchronisation déroule la pellicule dans le sens où se déplace l'image et à la même vitesse que celle-ci. Le résultat est une image continue aussi longue qu'il y a de film dans les magasins et correspondant à la bande de terrain survolée. La première objection qui vient à l'esprit est la difficulté de synchroniser le déplacement de l'image et du film, mais l'expérience a prouvé qu'elle se résolvait facilement, en raison surtout de la grande tolérance admissible entre les vitesses et qui irait jusqu'à 30%. Des résultats satisfaisants ont également été obtenus dans le domaine de photographies panoramiques latérales. Disons aussi que des systèmes à double objectif et à une fente, à simple objectif et à fentes décalées, ainsi qu'à un objectif et à deux rouleaux de pellicule, prenant des vues selon des axes légèrement divergents, dans le plan du déplacement, permettent l'examen stéréoscopique des images. C'est ainsi qu'on a expérimenté avec succès aux U.S.A. une caméra de 40 *inches* donnant deux images de 400 pieds de long chacune.

Voilà donc les différents éléments constitutifs de l'appareil de prise de vue aérienne et quelques problèmes posés par sa réalisation. Il ne saurait être question de décrire ici les différents appareils que les constructeurs livrent au public. La technique est en pleine évolution et chaque jour voit naître un perfectionnement nouveau, réalisation commerciale des tendances énoncées ci-dessus. Nous nous contenterons de décrire succinctement deux appareils qui dateront déjà un

peu lorsque paraîtront ces lignes, mais qui représentent deux solutions assez différentes : la chambre à plaques SOM-Poivilliers et les Fairchild K 17 et K 22.

La première est un appareil français. Sa distance focale est courte: 15 cm.; son principal intérêt réside dans le système d'escamotage des plaques. Celles-ci, au nombre de 192 en 13×18 cm., sont contenues radialement dans un tambour à axe horizontal, d'où elles sont extraites l'une après l'autre pour être présentées dans le plan focal de l'objectif. Calage précis, déformations faibles, objectif aux distortions connues en font un excellent appareil apte aux mesures précises de la recherche scientifique. Son poids et son encombrement limitent son emploi aux avions spacieux et relativement lents. Les Fairchild par contre, fabriqués aux Etats-Unis pour un usage de guerre, sont plus robustes et d'un emploi plus souple. Les deux types diffèrent par ce que l'un est muni d'un obturateur d'objectif et l'autre d'un obturateur à rideau. Le cycle de fonctionnement minimum est de l'ordre de 3 secondes, la vitesse d'obturation du $1/850^{\text{me}}$. L'image fait 22×22 cm., les distances focales sont de 6, 12, 24 ou 40 *inches* au choix, les cônes portant les objectifs étant interchangeables. La planéité de la pellicule est obtenue par aspiration le long d'un plateau quadrillé de rayures dans lesquelles on fait le vide. Les magasins contenaient 240 ou 500 vues et leur facile mise en œuvre a permis de les utiliser sur des avions monoplaces: c'est l'appareil-type de la fin de la guerre.

Parmi les réalisations plus récentes, notons la *S 7 Sonne continuous strip stereoscopic camera*, qui fut utilisée à Okinawa et à Bikini, avec des pellicules en couleurs et dont l'image a 200 pieds sur une largeur de $9\frac{1}{2}$ pouces. Elle a fonctionné avec succès sur un véhicule qui ne se déplaçait qu'à environ 200 m./sec.

Nous ne parlons pas ici des couplages d'appareils photographiques selon la méthode trimétrogon, ni des appareils qui en ont dérivé, il en sera question dans la partie « exécution des missions ».

Enfin, il ne saurait être question de terminer un exposé sur les appareils photographiques sans dire quelques mots des émulsions, puisque leur grain et leur rapidité influent directement sur leurs caractéristiques. La nécessité de percer le voile atmosphérique conduit généralement à l'emploi d'une pellicule panchromatique ou super XX du type commercial, avec addition éventuelle d'écrans. Une évolution intéressante se manifeste actuellement dans l'emploi d'émulsions particulièrement contrastées dans le bleu; une autre dans celui d'émulsions ultra-rapides, surtout sensibles dans la gamme du rouge et qui pourraient amener un changement radical dans les valeurs généralement adoptées pour les temps d'exposition et les ouvertures; notons également l'emploi d'écrans opaques à la gamme bleue. L'emploi de produits chromatiquement sélectifs peut présenter un gros intérêt scientifique et militaire, mais seulement dans des cas bien définis. Il permet de compléter l'examen de photographies normales en différenciant des teintes qui apparaissent semblables sur l'émulsion ordinaire ou à l'œil. Son emploi pour détecter le camouflage est illusoire car la peinture ennemie s'adaptera aussi vite que les émulsions, mais il est susceptible d'un certain développement dans certaines disciplines, telles que les études agricoles et archéologiques, la nature des radiations émises permettant d'identifier certains objets. A ce genre d'émulsions, on peut rattacher celles dites infra-rouges, qui ne présentent sur les autres que la différence d'être invisibles à l'œil nu. Des lunettes spéciales ont d'ailleurs déjà supprimé cette différence dans leur utilisation militaire. Ces émulsions n'étendent pas considérablement le spectre généralement utilisé. Elles ne percent en effet que le proche infra-rouge et semblent se heurter à une impossibilité dans les environs de $1\mu, 2$, ce qui limiterait leur efficacité à ne voir qu'à travers 10% des brumes atmosphériques. Elles présentent un intérêt pour la photographie de nuit, dans la mesure où un éclairage dans une autre gamme n'est pas plus facile à réaliser. Les émulsions rendant une image en couleurs sont également du domaine des réalisations pratiques. Mais dans leur cas le problème du grain se pose avec une acuité particulière et si leur réalisation présente un intérêt artistique certain, elles ne sont pas encore entrées dans le domaine des mesures scientifiques.

Une fois résolu le problème du véhicule et celui de l'enregistrement du renseignement intéressant, se pose celui de la transmission à l'utilisateur. Cette phase est particulièrement laborieuse. Retour au laboratoire, développement, séchage, tirage prennent un temps considérable. En temps de guerre, où tout a été étudié pour réduire les temps morts, une mission photographique n'était

exploitable que trois heures environ après le retour de l'avion. On songea à installer ce laboratoire dans l'avion lui-même, mais on comprend combien ce procédé pouvait être incommode. On songea donc à un appareil automatique; aussitôt impressionnée, la pellicule passe sur un rouleau imprégné de révélateur, puis écrase des capsules de fixateur en s'enroulant: c'est le procédé dit de la photo-minute, premier perfectionnement dans nos méthodes de développement, qui n'ont guère varié depuis les premiers âges de la photographie.

Un procédé beaucoup plus intéressant consiste à essayer de transmettre l'image directement à l'utilisateur, à charge pour celui-ci de l'examiner ou de l'enregistrer à sa guise. A cet effet, l'image est décomposée en points qui sont transmis par les procédés connus de télévision. Cette méthode qui s'apparente à celle de la reconnaissance à vue, outre l'avantage d'une transmission immédiate, présente celui de permettre d'étudier des éléments mouvants autrement que sur une série de photographies successives. Elle permet aussi bien de suivre le défilement du sol sous l'avion que les mouvements d'un troupeau ou les progrès d'une inondation. Dans le domaine militaire, elle présente surtout l'avantage d'économiser un membre d'équipage à bord de l'avion, ce qui est particulièrement intéressant dans le cas des engins entièrement télécommandés ou automatiques. Des réalisations sont actuellement en cours, freinées par des difficultés matérielles que l'on surmonte par des procédés parfois fort ingénieux, comme celui, par exemple, qui consiste à améliorer l'image en transmettant une ligne sur deux, et le reste la fois suivante, ce qui donne un nombre de lignes double pour un même émetteur.

De quels défauts sont frappés les procédés de télévision? D'abord, mauvaise définition de l'image dont le grain sera toujours plus gros que dans la photographie; mais les difficultés viennent particulièrement des lois qui régissent la propagation des ondes centimétriques utilisées. La télévision entre stations terrestres s'en était déjà aperçu et n'avait pu faire dépasser à ses émissions la portée optique qu'en faisant survoler les récepteurs à couvrir par un avion de retransmission. Dans le cas avion-sol, la propagation est évidemment meilleure, mais elle fixe à l'avion des limites en altitude et en distance.

Un autre procédé de recherche où l'image est reconstituée par points est celui qui dérive des techniques dites Radar, utilisant l'écho d'ondes électromagnétiques dirigées, émises par impulsions ou modulées en fréquence. Il est ici question d'images telles qu'on en voit sur les oscilloscopes des appareils du type H'S, Fish-pond, etc....

Cette technique séduit d'emblée car elle semble passer outre aux différents obstacles que nous avons rencontrés jusqu'à présent. Le trajet des ondes se limitant à l'aller-retour du sol, n'a pas à redouter les effets de masque et la limite de la portée optique dont il a été question pour la télévision; les ondes traversent sans peine les brumes les plus épaisses, n'étant pas absorbées par des gouttelettes dont les dimensions sont infiniment petites par rapport aux leurs. Il y a cependant lieu de noter une certaine réflexion sur les fronts atmosphériques, qui servent aux météorologistes à déceler les orages. Enfin, l'image peut être aussi bien examinée que photographiée, joignant aux avantages de la mission photo ceux de la vision directe.

L'onde est émise par un « scanner » tournant dans tous les azimuts qu'elle explore selon des coordonnées polaires spatiales, c'est-à-dire que tout point situé dans l'azimut donné à une certaine distance de l'avion, détail du sol ou autre aéronef, se trouve représenté sur l'oscilloscope par le même point. Et cela introduit déjà une importante déformation dans l'image. Par exemple le point nadir se trouve représenté par un cercle dont le rayon est fonction de l'altitude. Sans nous appesantir sur les autres causes de distorsion, disons que l'image-radar est une représentation déformée et non une image au sens propre du mot. Elle peut, pour le moment, servir à apprécier, non à mesurer avec exactitude. Aux Etats-Unis on a pourtant entrepris de l'enregistrer et construit pour cela l'O 5 *A Radar Recording Camera*. Si l'image-radar permet de déterminer avec exactitude le moment d'un passage à la verticale par la méthode du cercle des 30 secondes par exemple, elle ne nous donne pas encore des mesures comparables à celles de la photographie aérienne, ni même à celles de la vue. L'image-radar a pourtant rendu d'incalculables services pendant les opérations militaires, mais il s'agissait surtout de navigation aérienne, d'identification d'objectifs et non d'examen approfondi des détails. Cependant, il n'est pas interdit de penser que celui-ci deviendra possible dans un avenir très proche et que nous saurons bientôt reconnaître la nature de la végétation, celle du sol, voire celle du sous-sol, l'emplacement de

villes mortes ou les maladies des plantes, possibilités qui nous sont apparues avec certains procédés de photographie monochromatique. Il est même probable que nous retrouverons le procédé d'exploration, propre au radar, dans ceux utilisant l'infra-rouge lointain, lorsque seront créés des détecteurs suffisamment sensibles. En effet, ces dernières radiations, n'étant pas utilisables par des procédés optiques, devront analyser l'image par points.

Si l'on examine, parmi les procédés radar, ceux où l'onde revient après réémission par une balise-répondeur, nous trouvons un procédé extrêmement précis de géodésie, permettant des mesures de grandes distances avec une précision inconnue jusqu'à ce jour. Ce procédé est basé sur ceux qui furent connus pendant la guerre de Shoran et Gee-H. Dans le premier, deux émetteurs sont placés au sol et un répondeur dans l'avion; dans le second, c'est l'inverse. Volant dans une direction sensiblement perpendiculaire à la ligne joignant les deux points, l'opérateur Gee-H mesure sa distance aux deux répondeurs et établit une courbe des valeurs de leur somme. Son minimum est la somme des distances obliques de l'avion aux deux points. Il recommence à diverses altitudes et, après correction des résultats, tenant compte de la propagation (dont les lois sont d'ailleurs encore mal connues) et des erreurs systématiques, peut calculer l'arc de grand cercle. Le procédé a ceci de nouveau que la seule erreur notable est celle due à l'oscilloscope, qui est constante et indépendante de la distance. On obtient ainsi des distances de 800 km. à 17 m. près.

Exécution de la mission d'exploration

L'utilisation de l'avion comme moyen d'exploration prit pour la première fois un développement important au cours de la guerre 14-18, à une époque où, n'ayant pas encore le moyen de s'entre-détruire, les avions de reconnaissance ennemis faisaient bon ménage dans le ciel des théâtres d'opération. Les observateurs contemplaient à loisir les mouvements de troupes et prenaient des croquis. La photographie remplaça rapidement le croquis et la crainte du chasseur la tranquillité d'antan. Cependant, la caméra ne pouvait entièrement remplacer l'homme. Ce type de mission subsista durant la dernière guerre sous le nom de TAC/R (*Tactical Reconnaissance*). L'avion TAC/R était un avion d'appui direct, mis à la disposition des troupes au sol pour prolonger leur vue et celle des observatoires d'artillerie. Seul l'homme pouvait facilement identifier les points mouvants des véhicules sur une route, estimer l'activité d'une gare, déceler des troupes camouflées dans des bois. Pour les points importants, il appuyait ses dires d'une photo. Passant hors de portée des armes légères, il essayait d'éviter la DCA par la manœuvre. Néanmoins, il était très vulnérable au chasseur, aussi fallut-il le doter d'un avion léger et maniable: il eut généralement le meilleur chasseur de l'époque (Spit ou Mustang) et se fit accompagner par un ailier chargé de surveiller le ciel et de le protéger en cas d'attaque. Lorsque la paix fut revenue, les mêmes équipages utilisèrent leur entraînement à surveiller les incendies de forêts, à déceler les inondations ou à reconnaître des régions du globe encore peu connues comme les déserts ou les pôles. Tout phénomène présentant un caractère fugitif, ou dont l'importance n'exigeait pas un enregistrement précis, était justiciable de la reconnaissance à vue. Un des plus importants fut l'organisation de la recherche en mer pour secourir les équipages des avions accidentés.

Quand la mission s'accompagne de prise de vue, elle exige une préparation précise. En effet, la photographie aérienne, qu'elle soit verticale ou oblique, permet de laisser très peu d'éléments au hasard. Les appareils sont souvent fixés à l'avion à des endroits inaccessibles en vol et certains éléments doivent être affichés avant le départ; d'autre part, la vitesse de déplacement ne laisse souvent pas le temps pour réfléchir en l'air.

La « mission photo » doit d'abord faire l'objet d'une préparation en fonction du sujet. Selon l'examen auquel on doit soumettre la photographie et les renseignements recherchés, il faudra fixer une heure, une date, une saison. Pour étudier des sentiers, il peut y avoir intérêt à exécuter la mission quelque temps après une chute de neige. Pour des questions d'hydrographie, il faudra choisir la période des hautes eaux ou l'autre, au contraire, lorsque des bancs de sable apparaissent. Pour l'étude du relief, l'éclairage rasant peut être profitable.

Nous avons déjà parlé des émulsions à lumière monochromatique et des filtres permettant de mettre en évidence certains détails invisibles autrement. Selon le détail recherché, il faut

également se fixer un angle et une distance de prise de vue. D'autres éléments peuvent encore intervenir, le vent, la visibilité, etc.... Précisons que cette préparation est plutôt le domaine de l'utilisateur que celui du photographe. Ce dernier doit évidemment connaître et souvent sélectionner d'après d'autres raisons les moyens qu'il emploiera, mais c'est en fin de compte aux interpréteurs des diverses disciplines de connaître à fond les possibilités des moyens mis à leur disposition. C'est à eux, en fin de compte, de savoir ce qu'ils veulent voir ou mesurer et que, pour obtenir un rendement satisfaisant, la photographie doit être prise dans telle ou telle condition. Ils doivent également connaître les limites et les servitudes du matériel et ne pas se ménager de déceptions en demandant l'impossible.

Une fois fixés les éléments de la « mission », nous entrons dans le domaine purement technique.

S'il s'agit de mission de photographie oblique, il y a d'abord lieu de choisir un avion approprié: il est évident qu'il est mal commode d'utiliser un quadrimoteur lourd pour photographier des fonds de vallées, ni même un monomoteur léger pour s'aventurer à de grandes distances en mer. Dans certains cas l'hélicoptère seul offrira une solution satisfaisante, particulièrement s'il faut observer le sujet et attendre des circonstances bien déterminées pour le photographe: photographie d'un lancement de bateau par exemple. L'hélicoptère peut également rendre des services dans certains cas particuliers où il s'agit de circuler entre des montagnes entre lesquelles l'avion manœuvrerait difficilement. Le choix de l'appareil photo sera généralement fixé par le but à atteindre, tel qu'il aura été défini dans la préparation précédente. Il restera encore à fixer, selon les qualités manœuvrières de l'avion et la distance à laquelle on pourra approcher le sujet, la distance focale. C'est ainsi que pour photographier le sanatorium de Badenweiler situé dans les contreforts de la Forêt Noire, l'avion P 38 chargé de ce travail, dut remplacer sa caméra nasale de 12 *inches*, avec laquelle ce genre de missions s'exécutait normalement, par une de 24.

Deux méthodes de travail sont possibles: l'appareil photo peut être tenu à la main — il suffit de viser à travers un carreau ayant de bonnes qualités optiques, ou mieux une fenêtre qu'il est possible d'ouvrir. A cette différence près que l'appareil pèsera souvent cinq à six kilos, l'opération s'exécutera comme n'importe quelle photo d'amateur au sol. Ce travail est praticable dans les avions suffisamment spacieux, possédant de nombreuses ouvertures, et particulièrement les avions lourds.

L'appareil photo peut être fixé à l'avion d'une façon rigide ou par un système de tourillons permettant de modifier son calage. Dans ce cas c'est le pilote qui effectue la visée en manœuvrant convenablement l'avion. Deux positions sont généralement utilisées: la position nasale où l'axe optique est dirigé vers l'avant selon l'axe de l'avion, ou légèrement incliné vers le sol. Dans ce cas l'appareil est souvent calé en position « panoramique », de façon que la photo contienne 3/4 de terre et 1/4 de ciel. La solution nasale présente l'avantage d'une grande précision de visée. Le pilote voit approcher son sujet, il dégrossit sa visée à l'avance, il ne lui reste plus qu'à déclencher lorsqu'il jugera la distance convenable. Un autre avantage de ce genre d'approche est que le déplacement angulaire du sujet par rapport à l'appareil étant pratiquement nul, il n'y a pas de filage.

La prise de vue latérale présente l'intérêt de permettre l'exécution de photographies successives se recoupant entre elles, donnant du panorama une représentation sans solution de continuité. Cette méthode a été utilisée sous le nom de missions « Dicing » par les Alliés dans la préparation des débarquements. Volant au ras des flots, l'avion, un monoplace généralement, prenait une vue continue des défenses côtières. Les parties communes de ces photographies permettent même d'examiner certains détails par stéréoscopie¹.

¹ On sait que ce procédé consiste à examiner un détail donné en regardant deux photographies successives avec les deux yeux séparément. Tout se passe comme si on regardait l'objet avec deux yeux espacés d'une distance égale à celle qui séparerait les positions de l'avion au moment des deux prises de vue. Malgré la distance du sujet les propriétés de la vision binoculaire sont rétablies et l'objet apparaît en relief.

On utilise à cet effet cet instrument très simple que nous avons tous vu dans les foires. Deux lentilles montées sur un support et réglées à l'écartement des yeux permettent de regarder chaque photo avec un œil. Les deux images sont à l'infini dans des directions parallèles, ce qui réduit la fatigue de l'observateur. Alors la moindre dénivellation apparaît: les maisons, les arbres, les montagnes « montent », semblent surgir du sol dès que l'œil s'habitue et un relief souvent exagéré donne de l'importance à des détails infimes.

La forte fréquence de fonctionnement demandée par ce type de mission, et qui ne fera qu'augmenter avec les avions rapides, conduit à utiliser les appareils à déroulement continu. Ceux-ci présentent l'inconvénient, ou l'avantage, de déformer la perspective. En effet, les rayons lumineux qui impressionnent l'émulsion sont contenus dans un plan, celui qui est défini par l'objectif et la fente. Ce plan balaye un objet d'une longueur donnée pendant le même temps, quel qu'en soit l'éloignement. Il y a donc suppression de la perspective dans le sens longitudinal de la pellicule sinon dans le sens transversal.

Pour l'utilisation de la photo verticale, plusieurs sortes de missions sont à envisager. Il peut s'agir de prendre des points isolés : auquel cas se posent principalement des problèmes de visée et de centrage. Ils se résolvent facilement sur les avions ayant des vues vers le bas, avec ou sans viseur, et même sur les autres, car la verticale s'apprécie assez facilement sans vision directe. Tous les types d'avions conviennent à ce genre de travail. Le plus souvent on prendra une série de photos se recoupant entre elles et alignées suivant un itinéraire plus ou moins sinueux. Ce genre de missions permet d'étudier une route, un cours d'eau, une côte, enfin tout sujet linéaire dont la largeur ne dépasse pas la surface couverte par la photographie. Dans ce cas certaines restrictions sont à apporter au choix de l'avion : il doit être assez maniable pour suivre la ligne fixée et pouvoir être stabilisé de façon que l'axe optique soit bien vertical au moment du déclenchement. A cet effet les intervallo mètres possèdent également un indicateur de fonctionnement placé sous les yeux du pilote. Selon que la mission est destinée à donner un assemblage ou à être examinée stéréoscopiquement, la fréquence de déclenchement sera calculée en fonction de la vitesse de l'avion, de l'altitude, du format et de la distance focale, de façon que les clichés se recouvrent sur 1/4 de leur longueur ou 6/10^{me}. Cette dernière valeur est généralement adoptée pour toutes les missions stéréoscopiques, car chaque point est photographié deux fois et une petite marge de sécurité tient compte des erreurs courantes.

Mais la mission verticale la plus générale, qui répond au plus grand nombre de besoins, est la mission du type cartographique. Des photographies sont prises de façon à se recouper aussi bien longitudinalement que latéralement, couvrant une zone de terrain comme des ardoises couvrent un toit. Leur assemblage donne un plan à une échelle, pouvant aller du 1000^{me} au 100.000^{me} de la région survolée et leur étude stéréoscopique donne les cotes et les courbes de niveau. Généralement les photographies sont prises selon des bandes rectilignes parallèles. Le recouvrement entre bandes peut aller jusqu'à 1/2 : il ne sert pas à la stéréoscopie, mais uniquement à tenir compte des erreurs de navigation. L'étude stéréoscopique se fait généralement sur les photos successives d'une même bande parce que les erreurs d'altitude, donc les différences d'échelles, sont plus faibles qu'entre bandes. Néanmoins, on a vu des missions avec un recouvrement stéréoscopique de bande à bande. C'est en particulier une méthode à appliquer avec la caméra à déroulement continu.

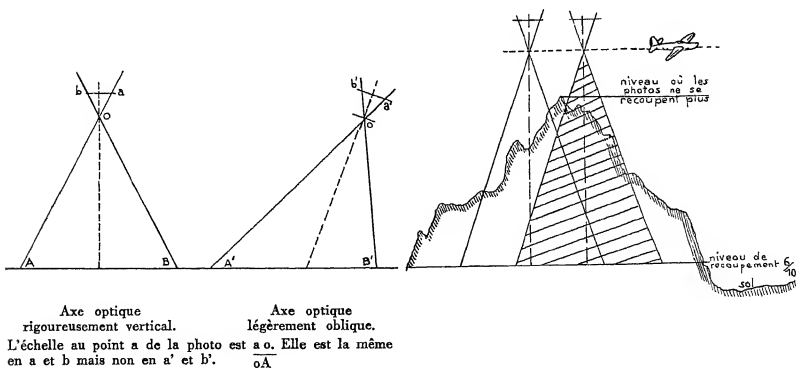
Mission cartographique simplifiée. Son exécution type « temps de guerre » Les missions cartographiques ont servi à la surveillance du champ de bataille ou à l'étude des arrières ennemis. Dans ce cas les exigences de la photographie cédaient le pas à celles de la tactique. L'avion était choisi non pour ses aptitudes à la prise de vue, mais pour ses possibilités de survie dans un ciel hostile. L'appareil photographique dut s'adapter aux conditions qui lui étaient faites et les méthodes d'exécution prirent une forme particulière. Les missions de guerre s'exécutèrent généralement sans viseur. L'avion étant devenu monoplace, généralement sans vues vers le bas, il était compliqué d'y monter un périscope. On augmenta donc les marges de sécurité et les passages se firent au jugé. L'expérience montra que les résultats étaient meilleurs qu'on ne l'espérait. Avant de décoller, le pilote marquait sur une carte à grande échelle la zone à couvrir. L'ennemi l'obligeait à se tenir à certaines altitudes, ce qui déterminait une distance focale pour obtenir l'échelle demandée. La forme de la zone, le vent ou des considérations tactiques déterminaient le sens de passage : par exemple il est généralement préférable d'exécuter la mission en un petit nombre de bandes longues. L'écartement des bandes se calculait à partir de l'échelle et du format. Ayant rarement le loisir d'exécuter une mesure de vitesse-sol, il calculait le temps de recouvrement d'après le régime choisi, la vitesse indiquée à l'anémomètre, l'altitude et les éléments de l'appareil photo. Les conditions atmosphériques déterminaient l'écran, l'ouverture, le temps d'exposition ou la qualité de la pellicule. Il traçait sur sa carte ses axes de passage et calculait

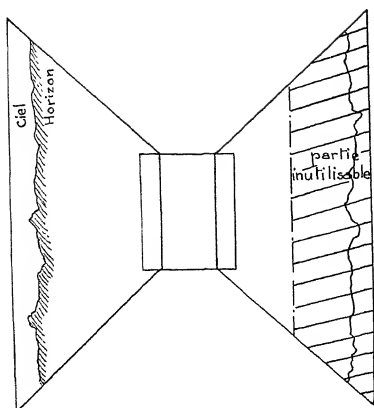
lait le nombre de vues nécessaires. Il ne lui restait plus qu'à choisir un itinéraire sûr pour se rendre, souvent seul, sur son secteur. Après avoir fait une correction d'altitude en fonction de la température atmosphérique et une évaluation de sa dérive, il commençait à parcourir sa zone. Pour perdre moins de temps, il effectuait son parcours « en accordéon », c'est-à-dire qu'après avoir parcouru une bande dans un sens, il effectuait un virage de 180° et parcourait la suivante en sens inverse. La mise en direction pour chaque bande et la première photo se déterminaient à l'aide de repères qu'il avait notés sur sa carte, et pendant le reste du trajet il se maintenait en ligne droite à l'aide d'un conservateur de cap gyroscopique, le compas étant sujet à des balancements. Il arrêtait sa bande soit sur un repère, soit au bout d'un certain nombre de photos. Au retour, pendant que sa pellicule était développée et tirée, il portait sur un calque la « trace » du trajet effectivement exécuté, afin d'en faciliter l'identification.

Mission cartographique normale. En temps de paix, ce genre de mission sert surtout au lever des cartes et des plans. Les qualités particulièrement recherchées sont la verticalité de l'axe optique, une navigation précise et un recouplement régulier. Le choix se portera donc plutôt sur des avions stables, spacieux et des appareils photo à plaques, ce qui a nécessité un avion assez lent. Des bimoteurs genre Dakota ou des quadrimoteurs genre B 29 conviennent parfaitement. La mission elle-même s'exécute comme la précédente à quelques variantes près. Dans la préparation on tiendra compte de quelques éléments de seconde importance, comme la turbulence atmosphérique. Il sera généralement fait une mesure de vitesse et de dérive préalables. Dans l'exécution, l'avion possédant la plupart du temps des ouvertures vers le bas, un des membres de l'équipage effectuera la mise en direction à l'aide d'un viseur. La mission sera souvent plus longue, car il est possible de changer de magasin de plaques au cours du vol. Les passages seront généralement exécutés tous dans le même sens, afin d'obtenir une plus grande régularité et éliminer les erreurs dues à la dérive.

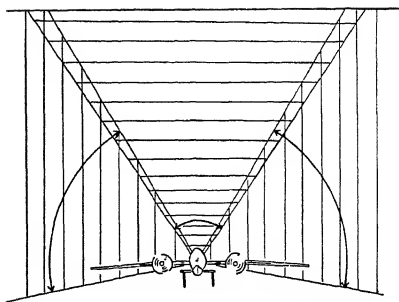
Remarques au sujet du relief. Il est un cas où la mission cartographique se trouve être en défaut : c'est lorsqu'il s'agit de survoler des régions montagneuses à relief important. Les différents points du sol étant à une distance différente de l'objectif, seront représentés par des images à une échelle différente. Il peut même arriver que deux photos qui se recoupent sur un fond de vallée ne se recoupent plus sur un sommet de montagne. Il faut donc diminuer alors l'importance relative du relief en travaillant à très haute altitude, avec de grandes distances focales. Si le relief ne présente pas de variations brusques, on peut remplacer l'altimètre par un instrument permettant de voler à une altitude constante au-dessus du sol : la radio-sonde.

Méthodes modernes : mission cartographique utilisant un système optique particulier. Une autre méthode allie la prise de vue verticale à la prise de vue oblique : c'est la méthode dite « trimétrogon ». Trois caméras de type normal, mais possédant un champ supérieur à 60° , sont accouplées de façon que l'une d'elles prenne des vues verticales et les deux autres des vues panoramiques de part et d'autre, avec recouplement sur la photo verticale. Elles sont actionnées





Ensemble de trois photographies « trimetron » redressées et assemblées.



Champs des caméras dans le montage « trimetron ».

simultanément. Le résultat est une représentation d'horizon à horizon d'une bande du sol perpendiculaire au sens de marche. Un itinéraire photographié selon cette méthode permet de couvrir en un seul passage une surface considérable. Nous verrons que les parties obliques peuvent être redressées pour être examinées comme des photos verticales. Après redressement, la moitié, environ, de l'image du sol est pratiquement utilisable, les horizons étant trop distendus. Néanmoins, dans la partie utilisable des vues obliques redressées, les effets de la perspective subsistent sous la forme d'une non-conservation des angles, qui rend l'examen stéréoscopique difficile. Cette technique convient pour effectuer des levés provisoires dans des régions encore inexplorées.

Ce procédé a conduit à un appareil d'un principe encore plus général: la caméra 306 L B à neuf objectifs. Elle prend une photo verticale et huit obliques autour. Après redressement et assemblage, la photo couvre une surface considérable. Il existe un autre appareil basé sur un principe différent, la *Baker spherical shell*, qui donne avec une distance focale de quatre *inches* un résultat analogue.

Méthodes modernes: exécution d'une mission cartographique à l'aide d'un procédé de navigation spécial. Les difficultés d'exécution, et surtout celles de la restitution, ont fait mettre au point des méthodes plus modernes de cartographie. Elles se caractérisent par une plus grande précision et conviennent mieux à la recherche scientifique. Elles sont basées sur des procédés radar.

Le matériel utilisé est le même que celui dont on a parlé à propos de géodésie. Il a été employé avec succès par les Américains en Méditerranée et par les Anglais en Gambie. Avec le système Gee-H monté sur avions Mosquitos, le travail s'effectue de la façon suivante: l'emplacement des répondeurs est soigneusement choisi selon la zone à couvrir. Tous les points de celle-ci devant être à plus de 50 et moins de 500 km. de ceux-là si l'on veut obtenir des signaux satisfaisants. Au besoin le travail sera divisé en plusieurs zones, plusieurs répondeurs installés et utilisés deux à deux. Des coordonnées bipolaires sont tracées sur la carte; ce sont des cercles centrés sur les répondeurs et correspondant à des positions données du signal. En effet, la position du signal sur l'oscilloscope donnant la distance à la station, sa position sera la même pour tous les points d'un même cercle. La mission photo est alors préparée comme dans les cas normaux avec cette différence, c'est que les bandes, au lieu d'être rectilignes, doivent être courbes et suivre des cercles centrés sur l'une des stations, choisie comme station principale. Les centres de toutes les photos sont pointés sur la carte et un tableau de leurs coordonnées établi. Une fois l'avion en l'air, l'altitude est maintenue à l'aide d'un altimètre de précision, Kollsman par exemple, la mise

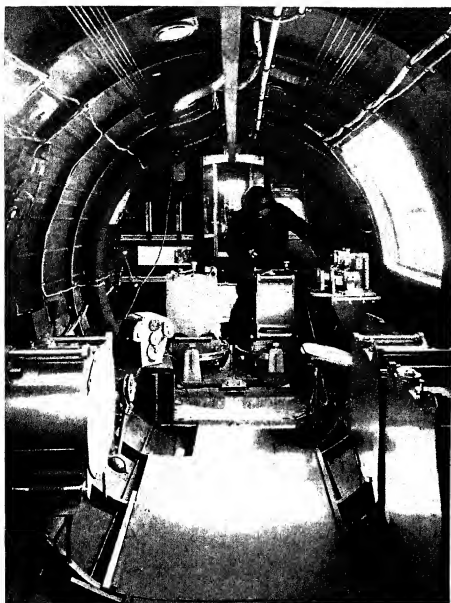


Photo I. G. N.

Poste photographique à bord d'un avion B. 17 de l'escadrille spécialisée de l'Institut Géographique National. Chambre de prises de vues automatiques S.O.M. Poivilliers (magasin de 192 plaques 13×18). Sur la gauche, petit appareil à main altiphoté à pellicules pour les prises de vues obliques.

Une des salles de restitution de l'Institut Géographique National. Stéréotopographes S.O.M. Poivilliers, utilisés pour les levées photo-aériennes de la nouvelle carte de France.

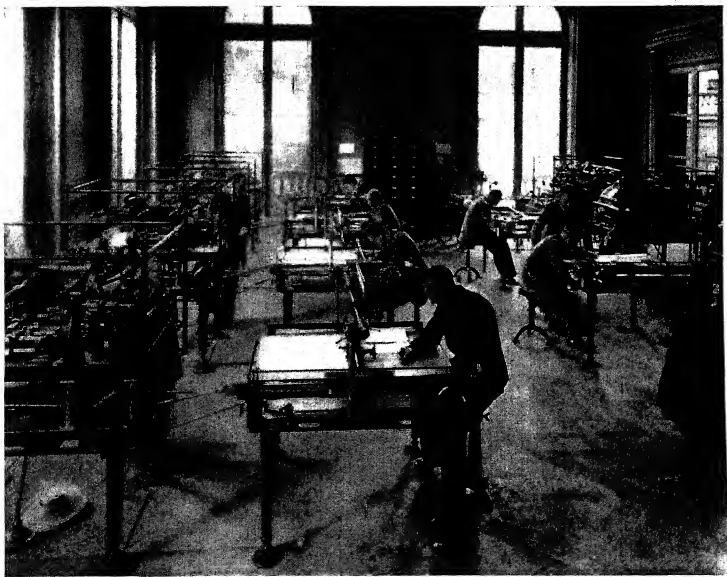
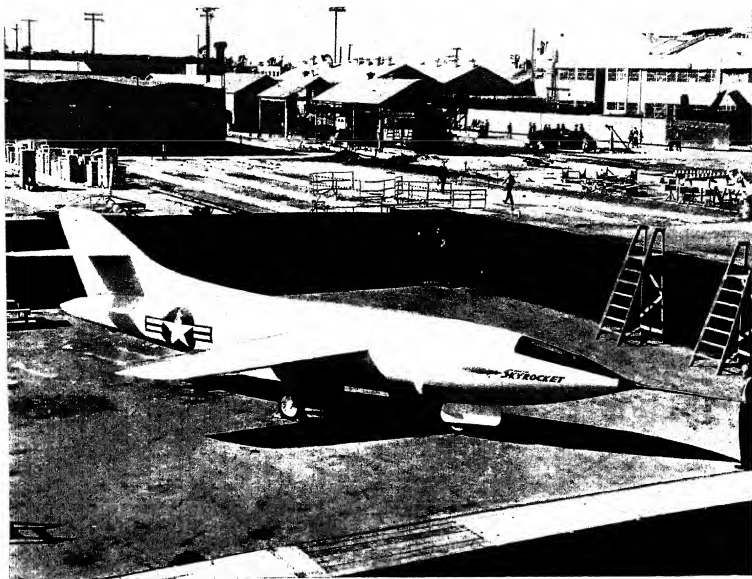
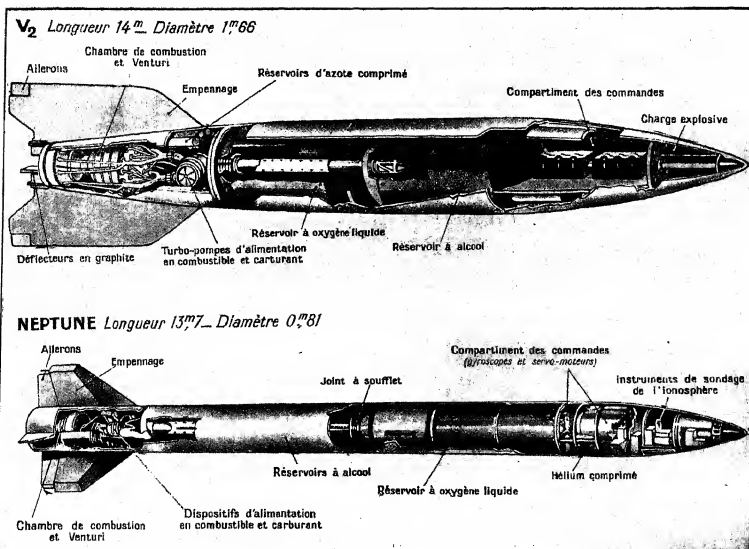


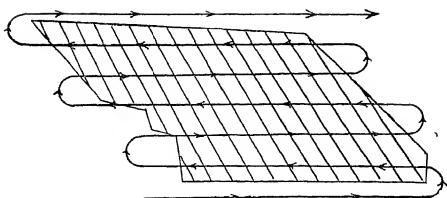
Photo I. G. N.



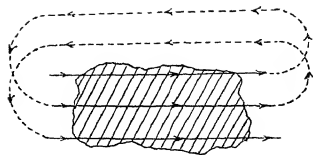
Un Skyrocket.

Coupe de fusées V2 et Neptune.

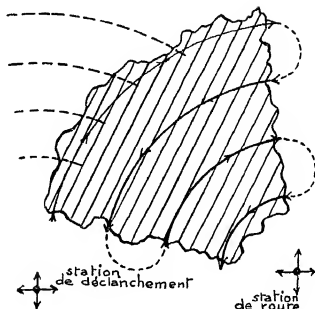




Mission « en accordéon », type temps de guerre.



Mission type temps de paix



Mission exécutée à l'aide de procédés radar.

en direction et la navigation le long d'une bande s'effectuent en maintenant à une valeur donnée sur l'oscilloscope le signal de la station principale. Le déclenchement s'effectue non plus à temps, mais au passage du signal de la station secondaire sur les valeurs fixées par le tableau. En même temps, une caméra annexe enregistre les indications de l'oscilloscope et d'un certain nombre d'autres instruments: altimètre, contrôleur de verticalité, montre, etc....

Une méthode analogue utilise l'appareil de navigation Decca Navigator, avec une chaîne spéciale de stations au sol appropriées à cet usage.

Ces derniers procédés présentent le gros avantage de fournir, avec la mission photo, un canevas localisant les points de prise de vue, simplifiant considérablement le travail de restitution et en modifiant parfois profondément les méthodes.

Exploitation de la mission photographique

Une fois la photographie obtenue, il s'agit de savoir y lire le renseignement désiré, et l'interpréter.

Celui-ci pourra être déterminé par simple examen d'une photo isolée, comme ce sera souvent le cas pour les vues obliques ou une photo verticale extraite d'un ensemble; encore faut-il réunir un certain nombre de renseignements concernant la photo: date, heure, altitude, orientation, émulsion, écran, obturateur, distance focale, distorsion, déformations, etc....

Nous avons vu que la photo aérienne était parfois difficile à utiliser agrandie. Si dans ce cas on a besoin d'un document de dimensions importantes, il ne sera pas possible de procéder à partir d'une photographie à petite échelle. Les photos seront alors prises à l'échelle où elles doivent être exploitées et ensuite assemblées en coupant les parties faisant double emploi. Ce travail se heurte à un certain nombre de difficultés matérielles: les photographies ne sont pas toujours prises selon des axes rigoureusement verticaux; or la moindre variation de verticalité de l'axe, si elle n'af-

fecte pas sensiblement le centre de la photo, se traduit par une variation importante de l'échelle aux bords. D'autre part, les objectifs ne sont pas toujours absolument symétriques et la distorsion du bord avant d'une photo n'est pas la même que celle du bord arrière de la suivante. Enfin, il peut y avoir des différences altimétriques entre deux vues. Mais si ces défauts peuvent être rattrapés par un redressement généralement compliqué et onéreux, il n'en subsiste pas moins qu'en raison de l'effet stéréoscopique, un même objet ne présente pas tout à fait le même aspect sur deux vues voisines. Le même effet donnera également des différences de teintes s'il y a, par exemple, reflet du soleil sur des nappes d'eau.

L'assemblage sera donc toujours approximatif. On « fait coller » en découpant les photos suivant des lignes de démarcation du terrain, comme des routes ou des cours d'eau. Et il est beaucoup de cas où ce genre de représentation est largement suffisant.

Cet examen servira également à compléter une étude plus sérieuse, effectuée stéréoscopiquement.

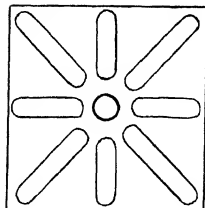
En dehors des disciplines dont il a été question dans les chapitres précédents, le plus grand nombre de photographies aériennes verticales actuellement exécutées sert à l'établissement de plans et de cartes. Leur examen présente un aspect particulier. Les méthodes d'établissement des cartes sont en effet un compromis né de la révolution apportée par la photographie aérienne dans les vieux procédés des levés topographiques. Si celle-ci a réduit considérablement le nombre de visées effectuées sur le terrain, un certain nombre ont dû être maintenues en raison des avantages apportés. Ainsi dans certains cas on relève neuf points par photo.

Les méthodes de cartographie peuvent se classer en deux grandes catégories: celles qui servent à l'établissement des cartes du 1/200.000^{me} au 1/1.000.000^{me} ou de cartes approximatives de régions désertiques encore mal connues, et qui conduisent à des levés de précision pour l'établissement de plans de l'ordre du 1/10.000^{me}.

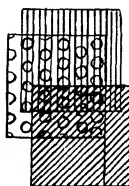
Les travaux de la première catégorie s'exécutent à partir de photographies au 1/50.000^{me} par exemple, prises sur pellicule, parfois en trimétrogon, à bord d'avions sans grandes qualités particulières.

Une des méthodes de restitution est celle dit « des fentes radiales ». Chaque photo est matérialisée par une feuille en matière rigide. On fait deux hypothèses: que l'axe de la chambre a été vertical et que les diverses déformations ont eu lieu suivant des rayons partant du centre de la photo. Un trou est percé au centre. Huit autres points sont choisis sur les bords de la photo, dont les centres des photos voisines, et des fentes sont percées en direction du trou. Des plots sont placés dans les fentes et toute la mission est assemblée. Le recouplement étant de 6/10, chaque plot sera recouvert trois fois, ceux chevauchant deux bandes l'étant six fois. On force légèrement de façon à aplanir le total et il ne reste plus qu'à « piquer » les points sur une feuille de papier. On obtient ainsi une planimétrie assez exacte.

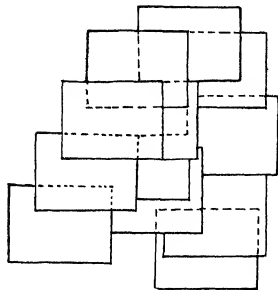
Les travaux de la deuxième catégorie exigent plus de précautions. En France, l'Institut Géographique National les effectue à l'aide de photographies sur plaques impressionnées dans des



Plaque à fentes.



Assemblage d'une bande.



Assemblage d'une surface.
Recouplement longitudinal 6/10
Recouplement latéral 1/2.

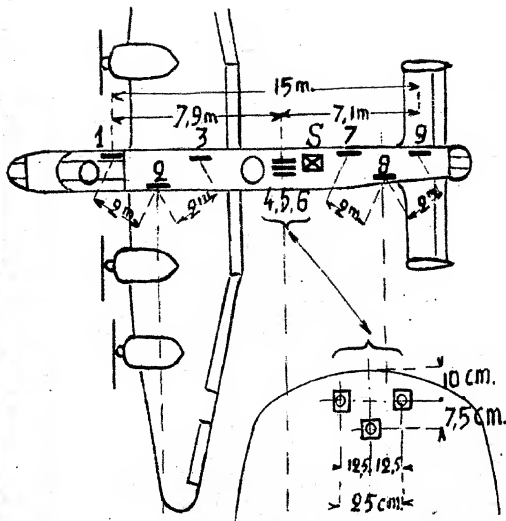
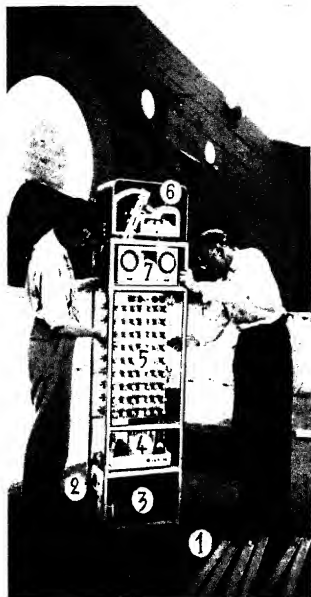


Schéma montrant la disposition des organes à bord de l'avion.

Étude du rayonnement cosmique en avion.

Des expériences ont été entreprises en vue de préciser certains points de l'étude des grandes gerbes de l'air en altitude, véritables averses de particules cosmiques couvrant des surfaces de plusieurs hectares. Les mesures ont été effectuées à bord de bombardiers lourds Halifax, à la base aérienne de Bordeaux-Mérignac, jusqu'à l'altitude de 7.500 mètres, hauteur à laquelle l'intensité du rayonnement a été trouvée cinquante fois plus forte qu'au niveau de la mer.

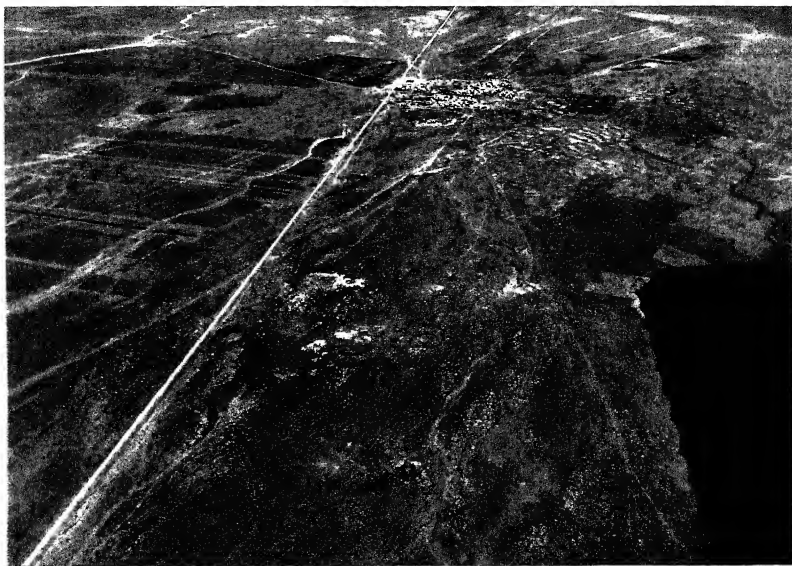
La figure à gauche représente l'appareil construit spécialement pour ces expériences au laboratoire de physique de l'Ecole Normale Supérieure, sous la direction du professeur F. Auger. On voit en 1 les boîtes de protection contenant les compteurs de Geiger Muller sensibles aux rayons cosmiques. Ils fournissent au passage des particules des impulsions électriques qui sont transmises à l'appareil au moyen de câbles haute fréquence. La prise de courant 2 est branchée sur la distribution à courant continu 24 volts du bord. Le groupe convertisseur 3 fournit les tensions nécessaires qui sont stabilisées par le régulateur 4.

Le sélecteur 5 reçoit les impulsions provenant des compteurs, il n'actionne l'enregistreur 6 que lorsqu'il y a coïncidence entre les impulsions d'au moins 3 des compteurs. L'enregistreur perce une bande de papier sur laquelle on peut voir quels sont les compteurs qui ont fonctionné au cours d'une coïncidence. Les organes de commande et de contrôle de l'appareil ainsi qu'une horloge et qu'un barographe sont disposés en 7.

On voit dans le dessin ci-dessus la disposition des organes à bord de l'avion. Les 9 compteurs sont répartis en trois groupes à l'intérieur du fuselage, contre sa paroi supérieure, la distance entre les compteurs extrêmes est de 15 mètres. L'enregistreur se trouve en S près de la porte de l'avion.

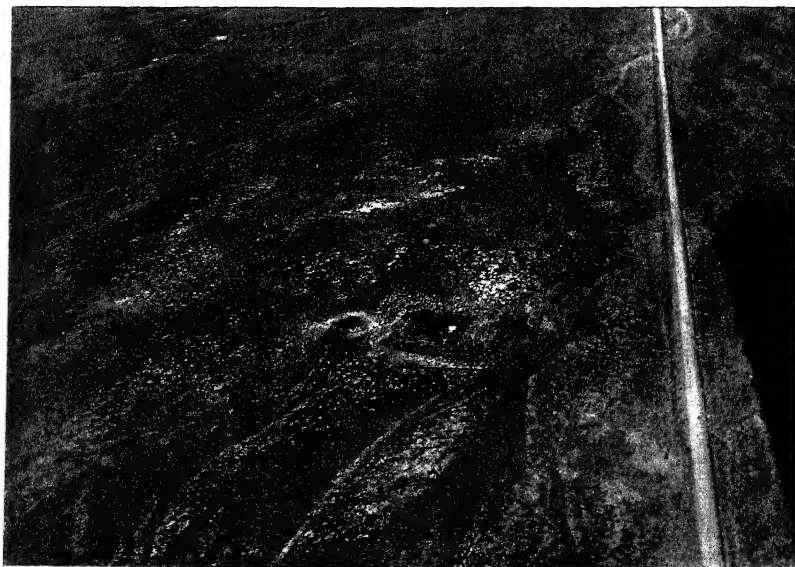
Cette série d'expériences, qui a fourni d'intéressants résultats sur la constitution des grandes gerbes cosmiques, a été possible grâce à l'appui du Bureau scientifique de l'Armée de l'air et à l'obligeance du Commandement et des Services de la base aérienne de Bordeaux-Mérignac.

André FRÉON.



Ruines de Hasiyé, prises par lumière N.-N.-O.

Photos Poidebard.



Les mêmes ruines, par lumière à contre-jour.

Photos Poidebard.

chambres dites « métriques » et à bord d'avions stables. Le recouplement est toujours 6/10 longitudinalement et 1/2 latéralement. L'échelle adoptée est généralement voisine de celle de la carte à établir: 1/22.000^{me} pour une carte au 1/20.000^{me} par exemple. Les photographies sont examinées deux par deux à l'aide du stéréotopographe Poivilliers. Cet appareil a pour but de reproduire en sens inverse la marche des rayons lumineux qui ont impressionné les plaques. Les deux faisceaux reproduisent par intersection l'image plastique de la partie commune. Celle-ci est examinée à l'aide d'oculaires. Pour procéder aux mesures, l'image d'un point en contact avec la surface étudiée, le long d'une courbe de niveau par exemple; un traceur enregistre ses coordonnées planimétriques et la troisième est donnée par une graduation.

Cette méthode et cet appareil donnent une très grande précision. Les coordonnées des points s'obtiennent avec des erreurs de l'ordre du décimètre, c'est dire qu'on est à la limite des possibilités graphiques.

Aux Etats-Unis, les missions s'exécutent presque toujours sur pellicule. La restitution s'effectue souvent à l'aide du Multiplex. Cet appareil n'est autre qu'une lanterne magique à sept projections simultanées.

Il existe bien d'autres méthodes et bien d'autres appareils : Wild, Zeiss, Gallus-Ferber, etc., nécessitant généralement de nombreux calculs.

Mais des méthodes nouvelles sont en passe de supplanter toutes les autres: ce sont celles qui sont basées sur les procédés radar, dont nous avons parlé plus haut. Enregistrant les coordonnées de chaque point de prise de vue et les défauts de verticalité de l'axe, elles permettent de connaître facilement les éléments de chaque photographie. Actuellement, en procédant à la restitution à l'aide du Multiplex, une mission au 1/25.000^{me} exige pour la planimétrie un point tous les 80 km. environ et pour le nivellement cinq points cotés pour 49 photos.

On peut prévoir pour un avenir proche l'exécution de la mission sans, pratiquement, aucune mesure au sol.

EXPLORATION DE L'ESPACE CIRCUMTERRESTRE

L'exploration de la surface terrestre n'utilise qu'une partie réduite des possibilités que les véhicules aériens nous offrent pour la découverte du monde. Ce mode de recherche a mis à notre disposition d'énormes moyens d'étudier bien d'autres caractéristiques de notre globe, ainsi que les propriétés de l'espace qui l'avoiisine. Ce champ de recherche est excessivement étendu et certaines des disciplines auxquelles nous allons faire allusion constituent à elles seules des sujets aussi vastes que celui dont il a été question plus haut. En se limitant à l'étude des lois qui influent directement sur la vie de l'homme, un exposé, même très succinct, déborderait rapidement le cadre de cet ouvrage. D'ailleurs, tous les phénomènes n'intéressent-ils pas plus ou moins la vie de l'homme ? Les phénomènes météorologiques conditionnent son habitat, ses vêtements, sa nourriture et le chassent parfois définitivement de régions où il habita jadis, et, pour offrir le soir à ses semblables la retransmission d'un concert, ne doit-il pas connaître les modes de la propagation des ondes dans les hautes couches de l'atmosphère ? D'autres interdépendances ne sont pas encore connues, comme l'influence du champ électrique ou de la position des astres, mais méritent d'être activement recherchées.

Nous nous contenterons donc de dire quelques mots au sujet des principales catégories de véhicules aériens utilisés, d'émettre quelques considérations sur les instruments de mesure qu'ils transportent. Nous ne descendrons dans le détail que dans quelques exemples bien particuliers, sans chercher à épuiser le sujet et à seule fin de situer quelques problèmes.

Ci-contre : Utilisation des éclairages. Ruines de Hasiyé, au sud de Horm (Syrie). L'enceinte très difficilement visible sur la première vue (lumière N.-N.-O.) apparaît très distinctement sur la deuxième, prise à contre-jour, vers le sud, à une échelle un peu plus grande.

Le véhicule servant à la recherche

Tous les engins qui se sont élevés dans les airs nous ont rapporté quelque enseignement d'ordre scientifique, militaire ou commercial, mais, pour certains, cette mission était secondaire, alors que d'autres étaient spécialement conçus à cet effet. Outre que la discrimination n'en est pas aisée (que penser, par exemple, d'un avion de ligne faisant des sondages de température et du même avion effectuant le même travail pour le compte des météorologistes ?), nous préférons les considérer selon la forme sous laquelle ils se présentent. Cela donne trois grandes catégories: les plus légers que l'air, les appareils du genre avion et les projectiles.

Il est difficile de parler des appareils de la première catégorie sans décrire en même temps les instruments de mesure qu'ils transportent. Leur type principal est le ballon de sondage météorologique. Ils ont généralement été construits en fonction de l'instrument à transporter. Ils possèdent la propriété commune de n'être animés par rapport à l'air que d'une vitesse verticale, généralement connue. L'observation de leurs positions successives, obtenues à l'aide de moyens visuels ou électromagnétiques, donne des renseignements immédiats sur le mouvement des masses d'air qu'ils traversent. Parfois, leur vitesse ascensionnelle ne convient pas aux mesures désirées. Les instruments sont alors élevés à une certaine altitude, là l'appareil porteur se détruit à l'aide d'un dispositif spécial ou par simple éclatement sous l'effet de la dépression, et les mesures s'effectuent pendant la descente, freinée au besoin, par un parachute. Leurs dimensions sont extrêmement variées et ils admettent parfois des hommes à leur bord, car ils vont du petit ballon sonde à celui, bien connu, qui a servi aux expériences du professeur Piccard.

Le dirigeable eut également sa part de travail: citons l'expédition arctique du « Norge » en 1926, qui relève d'ailleurs autant de l'exploration de la surface du globe que des recherches physiques.

Beaucoup plus nombreux et divers sont les appareils du type avion. Comme il serait impossible de les décrire tous, citons-en simplement quelques-uns présentant des caractéristiques particulières.

Le planeur qui semblait être réservé au sport a donné des indications précieuses sur les mouvements ascendants dans les nuages, au prix, parfois, de la vie de son pilote. L'absence de tout champ perturbateur dû au moteur lui a fait confier l'étude des phénomènes électriques dans les orages.

L'hélicoptère semble plutôt voué à une carrière commerciale, ayant été utilisé pour la recherche des pétroles ou l'épandage de produits divers.

Dans le cas des vols polaires, l'avion classique a subi quelques modifications. C'est ainsi que les Dakotas de l'expédition antarctique Byrd de 1947 étaient munis de skis permettant l'atterrissage aussi bien sur la terre ferme que dans la neige molle, et il s'est avéré qu'un système de chauffage intérieur de la cabine particulièrement efficace était indispensable. Pour une récente expédition au Pôle Nord, on utilisait un Lancaster, l'« Ariès », en lui adjoignant un nombre important de réservoirs supplémentaires.

Pour enregistrer les phénomènes accompagnant l'explosion de Bikini, les *Drones* ou avions sans équipage étaient des superforteresses B 29 et des C 54. Leur rôle consistait d'ailleurs autant à enregistrer des mesures qu'à larguer des instruments devant fonctionner au sol. Rappelons que de nombreuses missions photos étaient exécutées en même temps, dont certaines pour restituer le trajet du véhicule.

Notons que les avions utilisés dans la plupart de ces recherches sont de préférence des multiplaces de transport ayant une grande autonomie et pouvant emporter parfois un nombre important d'observateurs, toujours un grand nombre d'instruments. Comme tels ils ne sont généralement pas rapides (les *Drones* de Bikini se déplaçaient à 200 m.p.h.) et leur plafond est moyen. Leurs caractéristiques leur interdisent donc d'explorer certains domaines, tel que celui des grandes vitesses et celui des hautes altitudes.

Si les plus hautes altitudes actuellement atteintes par l'homme l'ont été en général à l'aide des « plus légers que l'air », ce sont les avions qui s'attaquent au mur sonique. Les princi-

pales difficultés rencontrées dans ce domaine ne proviennent pas de la possibilité d'obtenir ces vitesses: la propulsion par réaction a depuis longtemps résolu la question et le pilote du *Gloster Meteor* n'avait poussé sa manette qu'à mi-course pour battre le record du monde. Mais la brusque variation des propriétés physiques de l'air au passage de la barrière sonique entraîne l'avion dans un domaine encore peu connu, où sa stabilité n'est plus assurée, où ses gouvernes ne répondent plus et où des vibrations inattendues compromettent sa solidité: un des prototypes du *De Havilland « Swallow »* en a fait la triste expérience. Au fur et à mesure que ces propriétés sont découvertes, leurs conséquences se répercutent sur l'aspect des avions. Leurs fuselages prennent la forme d'obus, la voilure s'amincit en profils laminaires et les plans prennent un « V » important. Tel est pour le moment l'aspect de l'avion sonique. Rien ne dit qu'il le conservera car il reste encore beaucoup de choses à découvrir et la question est en pleine évolution.

La recherche des grandes vitesses, ainsi que la tendance marquée par les *Drones* à éliminer l'homme des investigations au cours desquelles sa santé pourrait subir de sérieux dommages, conduisent à l'utilisation des projectiles et particulièrement des projectiles propulsés. Un de ceux qui sont actuellement utilisés pour la recherche scientifique a été mis au point par les Allemands dans un but purement guerrier: il s'agit de la *V 2*. Un certain nombre de ces engins sont actuellement lancés à *White Sands*, aux Etats-Unis, pour explorer les hautes couches de l'atmosphère. Ils permettent d'atteindre des altitudes de 160.000 mètres. Ils sont actuellement prévus aussi bien pour effectuer des mesures que pour éjecter des instruments au sommet de leur trajectoire. Les premiers essais ont donné lieu à quelques déboires car les engins rejoignaient le sol à une vitesse telle qu'il n'était possible d'en récupérer que d'infimes débris. Actuellement une charge d'explosif sépare l'engin en trois pendant la descente; d'autre part, la stabilité au lieu d'être assurée par des déflecteurs, l'est par un basculement de tout le système de poussée. Un détail piquant est la difficulté qu'ont éprouvée les Américains à fabriquer des pièces dont les cotes étaient données en unités du système métrique.

Depuis, la maison *Glenn Martin* a mis au point un engin plus puissant qui aura probablement fait ses premiers essais quand paraîtront ces lignes. Présenté sous le nom de « *Neptune* » cet engin n'a pas l'aspect ogival de la *V 2*, son corps est cylindrique. La propulsion est assurée par combustion d'alcool dans l'oxygène; l'alimentation est assurée par une turbo-pompe actionnée par pression de gaz. Les mêmes gaz sont dirigés vers des événements latéraux pour assurer la stabilité. La poussée serait de 20.000 livres pendant 75 secondes, ce qui lui permettrait de monter deux fois plus haut que les *V 2*. Un compartiment spécial est prévu pour recevoir les instruments de mesure.

Instruments

Les instruments sont aussi nombreux que ceux utilisés par les physiciens et si certains prennent une physionomie particulière pour s'adapter à leur envol dans l'atmosphère, ils sont encore trop nombreux pour pouvoir tous être cités. Certains sont assez inattendus, comme ces graines de coton dont on compte étudier le comportement après exposition à certaines radiations dans la haute atmosphère. Elles feront d'ailleurs partie de l'expédition *Neptune*, accompagnées de spectrographes pour mesurer le rayonnement solaire et l'absorption; on prévoit également des sélecteurs et des compteurs d'électrons, des postes radio pour déterminer la propagation des ondes dans la couche ionisée, des fusées pour la mesure de la vitesse du son et bien entendu des appareils photographiques.

L'appareil photographique a une très large utilisation. Non seulement il permet d'enregistrer tous les phénomènes visibles, comme les images des nuages ou des intensités lumineuses, mais il sert encore à noter les indications de la plupart des autres instruments. C'est ainsi que lors des expériences *Crossfields* à *Bikini*, l'*Army Air Force* avait pour son seul compte mis 328 appareils photographiques ou cinématographiques en l'air. L'explosion elle-même a été enregistrée à raison d'une vue tous les millièmes de seconde. Un grand nombre de vues ont été prises à l'aide d'appareils de cinéma *Fastax*. Les indications d'un certain nombre d'instruments ont été retransmises par télévision.

Lors du vol polaire de l'« Ariès », les appareils photographiques étaient des RAF MK II (6×6 cm.) et des Leica (35 mm.). Comme l'expédition avait, entre autres, pour but de localiser le pôle magnétique, de mesurer la variation diurne de la déclinaison et d'étudier les orages magnétiques, l'« Ariès » était équipé de compas aux caractéristiques variées comme le type P 10 (apériodique) ou le E 16, d'inclinomètres et d'un magnétomètre.

Ce dernier instrument a pour but la mesure du champ magnétique terrestre dans l'atmosphère. Sa mise en œuvre par des véhicules aériens donne un moyen d'établir rapidement les cartes du magnétisme, tant à la surface du sol qu'en altitude. Outre son intérêt scientifique, cette connaissance peut être utilisée à des fins commerciales, pour la recherche de minerais métalliques ou de nappes de pétrole. Le magnétomètre construit par la Bell Telephone Co était primitivement destiné à la lutte anti-sous-marine. Il se compose essentiellement d'un noyau à grande perméabilité magnétique canalisant les lignes de force du champ terrestre. On y superpose un champ sinusoïdal produit par un enroulement voisin. Le champ résultant induit dans un autre enroulement un courant électrique que l'on analyse. Cet appareil a donné de bons résultats pour un champ de l'ordre 0,03 Gauss, valeur rencontrée au voisinage du pôle. Il a été utilisé de deux manières: soit fixé rigidement à l'avion, dans le prolongement du fuselage à l'arrière des PBY (Catalina) de la marine américaine, soit pendu à un câble à la manière d'un plomb d'antenne, ce qui l'éloigne davantage de l'influence de l'avion. En dehors des vols polaires, il sert actuellement à une exploration systématique de l'Antarctique, des îles Aléoutiennes et des régions volcaniques de l'Alaska. De prochaines expéditions doivent couvrir les îles Hawaï et les atolls du Pacifique.

Un autre instrument de mesure, bien connu pourtant, mérite de retenir notre attention: c'est le thermomètre. Son utilisation dans certains domaines pose des problèmes nouveaux. Comment par exemple mesurer une température aux vitesses soniques? Le frottement de l'air est tel que ses indications sont élevées, même si l'atmosphère ambiante est très froide. Dans le cas des hautes altitudes, c'est la notion de température qui risque de perdre de sa valeur. Une mesure de température suppose la mise en équilibre thermique des matières constituant le thermomètre avec le milieu ambiant. Dans une atmosphère excessivement raréfiée elle ne peut plus être assurée d'une façon suffisante. L'équilibre ne s'établit plus, ou si lentement, que d'autres influences deviennent prépondérantes: le thermomètre capte le rayonnement des écrans qui le protègent du soleil; dans le cas de bilames à dilatation, les vis de fixation deviennent des points chauds dont l'apport de calories fausse complètement les mesures. Les rayonnements et leur absorption prennent une importance considérable, au détriment de la température ambiante.

Divers sondages effectués ont montré qu'au-dessus de la tropopause, où règne une température d'environ -50° , se trouve un maximum de $+77^{\circ}$ vers 50.000 m. d'altitude et correspondant à la couche d'ozone. La température descendrait à -62° vers les 70.000 m. pour remonter à $+200^{\circ}$ au-dessus de 100 km. Ce dernier maximum étant dû à l'ionisation et à l'absorption des radiations par les poussières cosmiques.

Recherches météorologiques et étude de la haute atmosphère

Si l'on s'est longtemps contenté de regarder le baromètre pour prédire le temps, la météorologie actuelle exige une connaissance précise des caractéristiques des différentes masses d'air. Les mesures faites doivent être très nombreuses, non seulement dans les trois dimensions, mais également dans le temps. L'idéal serait de posséder des données continues. Pour le moment nous nous contentons de mesures séparées dans le temps comme dans l'espace, entre lesquelles subsistent encore de nombreuses lacunes. L'adoption des véhicules aériens pour les mesures a permis de passer d'une météorologie extrapolant les données du sol à un système se basant sur la connaissance des masses d'air. C'est ainsi qu'on a pu s'assurer qu'un centre de hautes pressions n'était pas obligatoirement surmonté d'air froid et qu'une dépression au sol pouvait devenir un anticyclone en altitude.

Tous les types de véhicules aériens sont utilisés par cette discipline. Les ballons servent aux sondages systématiques. Outre les mesures de vent, ils assurent la mesure de la température, de l'humidité, de la pression le long de la verticale au-dessus d'un certain nombre de points.

Les avions procèdent aux mêmes mesures selon des itinéraires horizontaux. Ils assurent également une vision synoptique des phénomènes nuageux. Leur mobilité leur permet d'atteindre des points précis pour étudier la turbulence, la formation de givre ou observer certains phénomènes particuliers, comme celui de la pluie lumineuse observée d'avion aux Etats-Unis en 1946.

Les projectiles rapportent des renseignements de la haute atmosphère, en particulier sur le rayonnement solaire et nous permettront probablement de formuler bientôt des lois plus générales sur le fonctionnement de l'atmosphère terrestre.

Une autre discipline devait attendre l'exploration aérienne pour pouvoir faire ses débuts : l'étude des rayons cosmiques qui intéressent particulièrement les milieux scientifiques français. Ceux-ci ont été jusqu'ici hors de portée des laboratoires et il était indispensable d'aller les examiner là où ils se trouvaient. On sait qu'ils se composent de particules plus rapides que celles rencontrées dans les phénomènes nucléaires. Ce sont des particules à vie brève et les gerbes primaires, dès la traversée des premières couches atmosphériques, disparaissent après avoir donné lieu à d'importantes interactions nucléaires. De véritables laboratoires mobiles ont dû être constitués : le premier est trop connu pour qu'il soit nécessaire de le citer. Les recherches se poursuivent actuellement dans le monde, tant à l'aide de ballons stratosphériques que d'avions (B 29) aussi bien aux Etats-Unis qu'en Grande-Bretagne, en U.R.S.S., aux Pays-Bas, aux Indes et au Brésil.

On voit donc que l'apport des véhicules aériens a non seulement permis le développement considérable de certaines disciplines existant antérieurement, mais a également ouvert la voie aux chercheurs dans de nouveaux domaines.

CONCLUSION

Nombreuses sont les branches de la recherche scientifique ayant bénéficié de l'aide des véhicules aériens. Dans chacune d'elles des instruments particuliers ont été créés pour répondre aux conditions de travail nouvelles ou pour s'adapter à la forme du véhicule : c'est parfois ce dernier qui s'est adapté au travail qu'on lui demandait. Les instruments et les véhicules actuellement utilisés sont très nombreux et certaines catégories de ces derniers se sont en quelque sorte spécialisées dans certains travaux.

On peut néanmoins noter une tendance commune à l'automatisme : la nécessité de prendre un grand nombre de mesures rapprochées a fait remplacer l'opérateur trop lent par un moteur ; les conditions physiques rencontrées dans certains domaines ont même fini par éliminer complètement l'homme du laboratoire volant. Tous n'ont d'ailleurs pas encore été pénétrés ; en particulier, celui des espaces inter-stellaires qui ont toujours attiré la curiosité des humains.

Des tentatives ont été faites dans cette direction. Deux méthodes sont possibles. Celle qui consiste à construire des instruments suffisamment puissants pour explorer les espaces lointains à partir de nos laboratoires, conduit à la construction de nombreux télescopes et, plus récemment, à celle d'un appareil radar capable de faire réfléchir les impulsions émises sur la surface de la Lune. Celle qui consiste à expédier vers le ciel des projectiles transportant les instruments, voire les chercheurs curieux, ne se heurte à l'heure actuelle à aucune impossibilité théorique. Il est probable que les premiers essais auront lieu dans un avenir assez proche, mais il est à craindre que l'homme ne puisse pas, provisoirement, quitter sa planète. En effet, avec les dispositifs de propulsion actuels, un projectile subissant une poussée normale tout au long du trajet n'est pas réalisable : des fusées-gigogne ont été étudiées, abandonnant des parties de leur corps pendant le voyage, mais le rapport du poids du combustible à la charge utile est encore prohibitif. Il n'est pas dit que quelque système analogue au propulseur nucléaire utilisant la propriété des charges creuses, actuellement envisagé, ne résolve pas la question, mais pour le moment il est nécessaire de consommer tout le combustible au début du trajet et laisser le projectile continuer sur sa lancée. Il en résulte des accélérations que l'organisme humain ne saurait supporter.

Néanmoins, quoiqu'il se soit fait sur beaucoup de points supplanter par la machine, l'homme gardera sa place dans les aéronefs de recherche, car dans les domaines où son organisme pourra résister, il ira chercher, au cours des mesures, ces impendables qu'il peut seul déceler, et qui font la part de l'artiste.

Capitaine Georges SCHLIENGER.

EXEMPLE D'EXPLOITATION D'UNE VUE AÉRIENNE

(Croquis et commentaire simplifiés)

Ces deux photographies et les croquis explicatifs qui les accompagnent donnent une idée des travaux entrepris actuellement par l'Ecole française de fouilles, dirigée par M. Leroi-Gourhan, sous-directeur du Musée de l'Homme. Au cours de ces travaux, nous nous sommes servis principalement des vues aériennes pour les études de géologie (géologue, M. Bozonnet) et d'archéologie. Les résultats de ces recherches paraîtront dans des comptes rendus scientifiques qui seront publiés prochainement.

1) Vue verticale, région de Berzé-la-Ville. Mission Institut Géographique National. Mâcon Saint-Amour. 1946. Appareil S.O.M. Poivilliers. Agrandissement au 1/10.000^{me}. Centre de la vue à environ 10 km. N.-O. de Mâcon.

2) Eperon barré du Montsart, correspondant à la partie J. K. 35, 38 de la vue précédente. Photo Armée de l'air, 33^{me} Escadre (F. 12 à 4000 pieds, 7 juin à 12 h. 30). Contact direct sans agrandissement.

2 bis) Localisation. a) Portion de la carte d'E.-M.; b) Croquis de la région environnante.

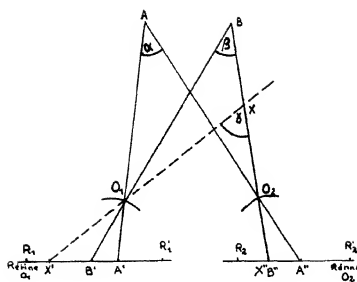
3) Géologie. Les collines marno-calcaires que l'on distingue sur la photographie proviennent d'anciens plateaux démantelés par des failles et usés par l'érosion. Sur leur partie supérieure, on voit affleurer le calcaire (auracien, bathonien). Dans les dépressions, les terrains marneux dominent. La vue aérienne permet de préciser la direction des failles et parfois de les déceler. Nous en avons mentionné quelques-unes typiques. L'orientation des failles a une très grande importance pour l'étude des phénomènes karstiques donnant naissance aux grottes dans lesquelles ont été retrouvés des vestiges préhistoriques.

4) Archéologie. Dans la grotte des Furtins, dont l'entrée se trouve en Q 9 sur la photographie, on a retrouvé des outils préhistoriques du paléolithique. Sur les deux éperons se faisant face (K M 8 à 11 et J L 35 à 37) on distingue les traces de fossés, datant probablement de la fin du néolithique. Ce sont des « éperons barrés », de dessin classique. Sur celui de Montsart (J L 35, 37, et agrandi à part) on a retrouvé des outils de pierre. Les vestiges, parfois difficiles à distinguer des détails géologiques, sont soulignés par des buis, poussant dans les anfractuosités de la pierre. Des vestiges gallo-romains pourraient être repérés sur des vues voisines. Sur celle-ci, nous avons marqué des « murgets » très apparents, recouvrant des limites de diverses époques, notamment de l'abbaye de Cluny (XI^e-XII^e siècle. Certains datent du XVIII^e et du XIX^e siècles. La chapelle de Berzé-la-Ville (H 15) date du XI^e siècle. Le village de Berzé-la-Ville s'oppose à celui de Berzé-le-Châtel (qui se trouve tout proche du petit hameau que l'on distingue au nord de la photographie). On peut suivre le déplacement de l'habitat et les oppositions entre les domaines des seigneurs et les communes.

5) Géographie humaine (Structure agraire). Les hauteurs calcaires, autrefois boisées et occupées par les habitats néolithiques, sont maintenant dénudées et laissées en friches ou en pâtures (souvent communales). On voit ailleurs s'opposer les vignobles et les zones de cultures en champs ouverts aux zones de prairies à clôtures (correspondant en grande partie, dans le cas particulier, aux terrains riches en alluvions). Nous sommes ici dans la région limitrophe des zones d'openfield du N.-E. et des régions de champs clos du sud. Les explications historiques et géographiques peuvent être confrontées. Les chemins soulignent à divers endroits les limites géologiques.

6) Géographie humaine (Habitat). Chefs-lieux importants, avec des hameaux et des écarts. Peu de maisons isolées. Zone d'habitat fractionnée. La route moderne qui traverse la photographie (route de Mâcon) attire progressivement des constructions nouvelles, alors que la voie ferrée reste isolée, sauf aux endroits des gares auprès desquelles on voit, entre elle et la route, se constituer de petites agglomérations (par exemple, gare de Sologny en B C 12, 14). (Pour l'évolution de l'habitat : voir archéologie.)

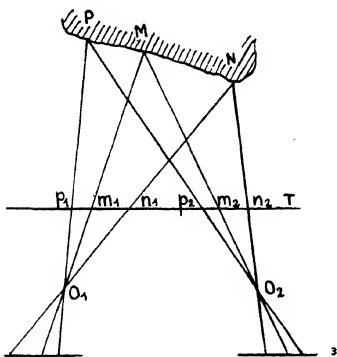
7) Rapports Histoire, milieu et civilisation. Influence de la morphologie des structures géologiques et de la nature des terrains sur la structure agraire et l'habitat (ex. : habitat de grottes aux Furtins, éperons barrés et habitats néolithiques des hauteurs, répartition des vignobles, etc...). Situation des villages construits aux diverses époques et leur évolution actuelle. Problèmes de parcelllement et de morcellement et délimitation des zones possibles de regroupement, etc.



1

Sens de la profondeur. Les deux objets sont à la même distance de l'observateur; les angles A et B sont égaux. L'effort de convergence et l'accommodation sont les mêmes pour les deux objets. L'angle α , au contraire, est plus grand. L'effort de convergence et l'accommodation sont différents, d'où l'impression de profondeur. Les points B et X, situés sur un même rayon visuel pour l'œil O_2 forment sur la rétine deux images confondues, tandis qu'ils en forment deux distinctes sur l'autre œil.

O_1, O_2 = yeux de l'observateur.
 A, B, X = objets.
 R_1, R_1' et R_2, R_2' = rétines des yeux de l'observateur.
 $A'X' B'$ et $A''X'' B''$ = images des objets sur les rétines.



Stéréogramme. O_1, O_2 = centre optique des deux yeux. Les droites joignant O_1 et O_2 aux différents points de l'objet forment deux faisceaux perspectifs. En les coupant par un plan vertical parallèle à O_1 et O_2 on obtient deux perspectives $P_1 M_1 N_1, P_2 M_2 N_2$ dont l'ensemble forme un stéréogramme.

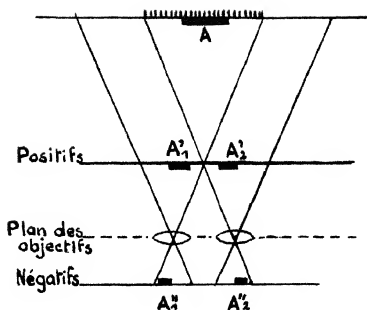
D'après J. Hurault,
Manuel de Photogrammétrie, I. S. N. édit.

Supposons que cet objet soit photographié par deux appareils différents dont les objectifs sont situés dans un même plan et suffisamment rapprochés pour que les deux faisceaux perspectifs se recoupent (figure 2). L'objet sera reproduit sur chacune des deux vues exactement à la même échelle mais dans deux perspectives légèrement différentes. Si nous plaçons ces deux vues respectivement en face des deux yeux d'un observateur à une distance convenable, tout se passe comme si les faisceaux perspectifs étaient reconstitués et l'observateur perçoit une seule image de l'objet tel qu'il pourrait l'avoir dans la réalité, en conservant l'impression du relief (figure 2). Ces deux vues constituent un *stéréogramme*.

Un stéréogramme, en matière de photographies aériennes, est un ensemble de deux vues reproduisant deux perspectives d'une même portion du sol obtenues en prenant des sections dans deux faisceaux perspectifs différents, de telle façon que, placées respectivement en face de chacun des yeux d'un observateur dans une position convenable, elles lui permettent de retrouver l'impression du relief¹.

Paul CHOMBART DE LAUWE.

¹ Voir conseils pratiques d'observation dans : J. Hurault : *Emploi de la photographie aérienne pour se diriger en terrain inconnu*, Paris, Impr. de l'Institut Géographique National, 1947, page 21.



2

Faisceaux perspectifs.

A = objet.

$A_1' A_2'$ = images en positif dans les perspectives obtenues par section de deux faisceaux lumineux.

$A_1'' A_2''$ = images en négatif.



Photo I. G. N.

1. Vue verticale de la région de Berzé-la-Ville.



2 bis

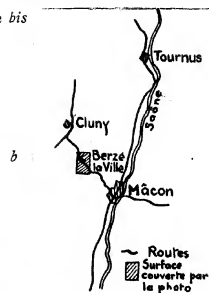
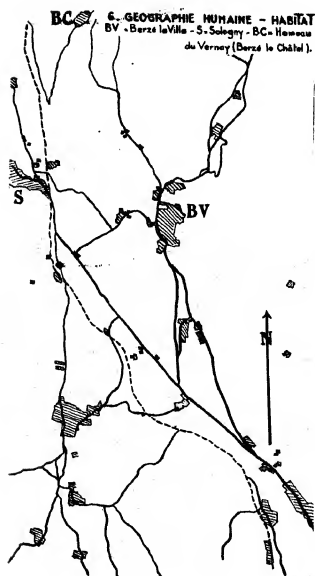
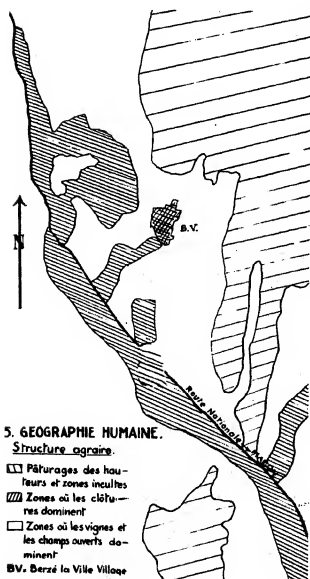
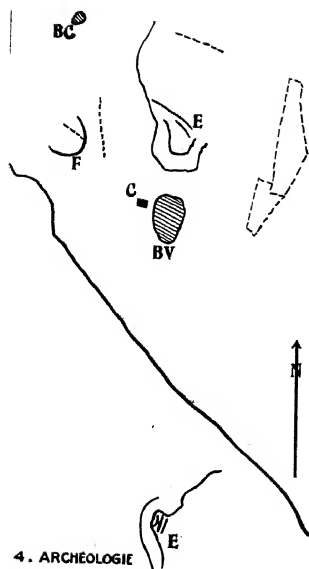
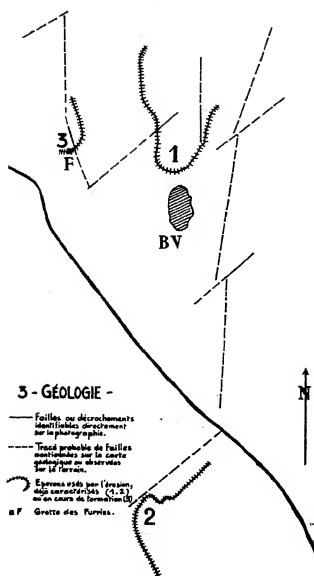
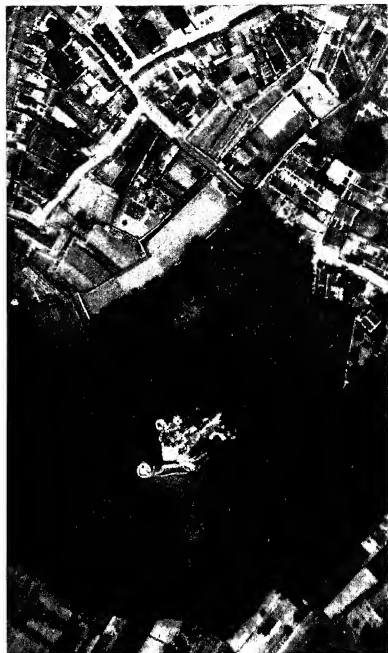


Photo Armée de l'Air - 33me Escadre.

2. Eperon barré du Montsart.





Photos centre d'essais en vol de Brétigny

Couple stéréoscopique. La Tour de Montlhéry (Seine-et-Oise). Remarquer que la tour semble pencher à gauche sur la vue de droite, et à droite sur la vue de gauche. L'écartement considérable entre les deux moments de prise de vue pendant le vol, produit, dans l'examen stéréoscopique des deux photographies successives, un effet de relief exagéré. Les deux vues ci-dessus constituent un hyperstéréogramme.

L'examen stéréoscopique. Dans la vision binoculaire directe, un point situé à une certaine distance de l'observateur produit sur chaque œil une image, et les deux images ainsi obtenues produisent une seule impression visuelle sur le cerveau par un mécanisme physiologique particulier. Les deux yeux convergent sur un même point en faisant un certain effort musculaire. Cet effort de convergence permet aux deux yeux d'« accommoder ». S'il s'agit d'un objet plus rapproché, il y a une convergence des yeux et une accommodation différente. Les rayons visuels joignant les deux yeux à un même objet forment entre eux un certain angle. Plus l'objet s'éloigne des yeux, plus l'angle est aigu. À l'écartement les angles correspondant à des objets plus ou moins éloignés, correspondent des efforts différents de convergence, et des accommodations différentes, qui contribuent à faire apprécier la profondeur et le relief (cf. figure 1, vision binoculaire).

L'ensemble des objets saisis par l'œil d'un observateur et enregistrés sur la rétine sont inclus dans un cône lumineux dont le sommet est la pupille et la base les points extrêmes du champ visuel. Ce cône constitue un faisceau perspectif. Il en est de même pour l'ensemble des objets saisis par l'objectif d'un appareil photographique et enregistrés sur une surface sensible (plaque ou pellicule). La photographie d'un objet donne une coupe du faisceau perspectif dans lequel l'objet est compris.

CONCLUSION

L'AVION ET LA CIVILISATION

IL est certain que la démarche des hommes exerce une influence sur celle de leurs pensées. Et une observation des cartes du monde connu, dressées par les anciennes civilisations, donnerait une assez belle image des conceptions que les sages de chaque époque se faisaient de leur destin. Rares sont les philosophes qui ont pu s'élever très au-dessus de la vision de la planète qui caractérisait leur époque — car rares sont ceux qui réalisaient en esprit l'unité du monde.

Pour la plupart des êtres pensants, le monde se divise en deux parts : la connue et l'inconnue.

Il y avait tout autour du monde grec, du monde antique, de vastes zones à peine explorées, qu'à peine Euthymaque ou Pythéas avaient longées et qui tombaient dans la zone incertaine que couvrait le nom de barbare. Le barbare est bon à piller et à réduire en esclavage. Certes, il s'est trouvé des hommes pour affirmer l'unité géographique du monde et découvrir la rotondité de la Terre comme il s'est trouvé des philosophes pour recommander la bienveillance à l'égard des esclaves. Mais les meilleurs ne réalisaient pas l'ampleur de cette double découverte géographique et morale et les mœurs plus fortes préservaient les vieux modes de réflexion.

A qui marche à pieds, la Terre est plate et indéfinie. Le bouleversement est encore incalculable que dut apporter aux hommes de la Renaissance la certitude matérielle que la Terre était une sphère suspendue dans l'espace.

Et en réalité, les conséquences morales de cette découverte matérielle ne sont, aujourd'hui encore, pas entièrement tirées.

La table de Peutinger, géographie romaine, est d'une projection qui respecte les directions; elle marque la certitude des voyageurs de l'Empire et leur fidélité à la réalité concrète — pas à pas vérifiée, et à chaque croisement ou tournant, contrôlée — qu'est le sens de la marche. Mais aux bords extrêmes du monde ainsi dessiné les distances se trouvent arbitrairement grandies et les confins terrestres inexplorés paraissent infinis.

Or, sur nos vieilles cartes et nos portulans et les livres de bords de nos premiers cercleurs de la planète, la même fidélité à la direction est observée. Si bien que cartographes et navigateurs, tenant bien droit leur direction, déforment toutes les surfaces et, prouvant par leur démarche la rotondité de la Terre, ne la représentent pourtant que plate indéfiniment.

Il était réservé aux voyageurs d'altitude de *voir* la rotondité de la Terre et de sortir d'instinct de ce dilemme où achoppent les mathématiques dans l'effort impossible de quadrature du cercle.

Aujourd'hui déjà des cartes de parcours résolvent pratiquement un problème qui, dans l'ordre moral, n'est souvent pas posé.

Car une nation qui défend son espace, inscrit en gros traits ses frontières, fixe ses règles à soi, bâtit son unité sur l'exclusif nationalisme, raisonne encore comme si le monde planétaire infini laissait une place infinie à des conquêtes impériales toujours possibles sans injustice, où la guerre est rivalité de courage et d'audace et non attentat contre l'homme, contre la justice, contre le droit de tous à ces richesses planétaires définitivement limitées.

Aujourd'hui surtout que quelques heures suffisent à connaître les civilisations les plus diverses! L'avion qui conduit de l'extrême Orient à l'extrême Occident du continent eurasiatique atterrit chaque soir au milieu de civilisations qui présentent les plus divers résultats d'expériences millénaires et qui ont grandi à l'abri de toute influence réciproque. Une morale nouvelle est en gestation, faite du synchrétisme de toutes ces morales distinctes où, même si la plus forte l'emporte (l'occidentale, sans doute, qui s'appuie sur la machine) les plus faibles aussi ne seront pas sans effet.

Certes, il est à prévoir que tout ce qui tentera de résister à cette unification, s'il n'a pas la force pour soi, périra, comme s'étiolaient ces populations du Pacifique au contact des genres de vie débarqués par les lignes maritimes. Mais que l'expérience des civilisations faibles ne soit pas perdue, voilà qui crée des responsabilités à l'Occident, à nous autres qui savons le prix d'un effort humain et serions justement victimes de notre indifférence.

Ainsi s'élabore lentement le monde unifié. Le Chinois adopte nos machines et nous suspendons à nos murs ses soieries, ses visions de rêve, et insensiblement mettons un peu de son rythme dans notre pensée. L'Africain, stupéfait d'abord des faveurs que Dieu nous prodigue, connaît déjà quelques moyens d'enrichir tout d'un coup sa contrée aride grâce aux inventions lentement élaborées au pays

des sources intarissables, ce faisant il nous a raconté ses misères et ses nostalgies et elles ne nous sortent plus de l'esprit; notre bible s'enrichit de son commentaire.

Le navire déjà réalise cette lente fusion. L'avion la précipite. Plus d'escalas, plus de lents voyages où l'esprit peu à peu s'adapte, oublie un peu ce qu'il vient de voir et ressort de son souvenir ce qui le prépare à retrouver son paysage familier.

L'avion ne permet plus ces lentes adaptations et réadaptations. Il agit par chocs brutaux. Il saisit d'un coup l'homme et le transplante. Il l'enrobe brutalement d'une civilisation inaccoutumée.

Il faut prendre garde aux dangers de cette brutalité qui peut réaliser une unité factice de couverture, qui, sous l'habit commun, cache des instincts opposés. L'expérience dira si son rythme brutal n'intervient pas trop tôt et si les lents voyages n'étaient pas, tout compte fait, plus efficaces à une rénovation morale, à la création de la nouvelle morale humaine. Là encore il nous appartient à nous autres, occidentaux, de veiller à ce que les apparences ne nous trompent pas et n'empêchent pas une fusion en profondeur.

Si l'avion nous crée des tâches, il constitue aussi un puissant outil pour les remplir. Que des missions ethnographiques parcourent sans cesse le monde, veillant que rien ne soit détruit sans que l'humanité en ait extrait toute la valeur humaine, que le penseur puisse sur lui-même ou sur les autres éprouver la profondeur de l'influence de déracinements continuels la technique humaine est assez au point pour que chaque homme vraiment investi de responsabilité puisse veiller à la marche de l'esprit en tous points du monde — que l'économie et la politique n'entravent pas cette besogne nécessaire — sans quoi toute espérance est menacée par quelque brutal réveil d'oppositions meurtrières, par quelques destructions irréparables dont seraient d'abord victimes les plus humbles civilisations de la Terre, mais qui bientôt atteindraient par des moyens d'enfer les plus puissantes des fières réussites, anéantiraient ce progrès de l'Homme si miraculeusement poursuivi de l'âge des grands mammifères jusqu'à nos jours.

Ainsi l'avion souligne la fragilité de notre puissance.

Comme un signe apparu dans le ciel, l'avion prédit l'ère de l'ultime progrès terrestre : la civilisation sera *une* ou disparaîtra.

Or, jusqu'ici, comment l'avion s'est-il comporté vis-à-vis de la civilisation ?

D'abord il fut un merveilleux instrument de recherche scientifique, un instrument d'épreuve de l'audace humaine. A ses débuts, l'aviation fut le plus prodigieux, le plus révélateur des sports. Il initia à la découverte des plus ignorés détails des mouvements de l'air, il inaugura les recherches d'altitude. Il contribua au perfectionnement des mécaniques motrices, encouragea l'exploitation des combustibles liquides, transforma l'industrie des matières premières par l'invention nécessaire de produits légers, extraordinaire facteur de progrès technique. Il sut aussi soulever dans les cœurs un enthousiasme nouveau créant des gloires internationales dépassant les vieux patriotismes : Blériot, Lindbergh, Mermoz appartenaient aux continents qu'ils ont reliés.

L'avion, sensible mètre des économies en voie de développement, a bientôt, par le réseau de lignes qu'il tisse, souligné les grandes zones d'activité humaine : il révèle à l'examen les foyers industriels américains, l'importance de la dorsale économique qui prend l'Europe en écharpe du Pays de Galles au quadrilatère de Bohême, révélant qu'à travers les vicissitudes des capitalismes rivaux et des frontières que bousculent les guerres, une Europe travailleuse créatrice, se forge au gré des découvertes techniques et des richesses terrestres.

Il substitue aux vieilles voies traditionnelles qui avaient fondé les empires nationaux, des voies nouvelles qui enjambent fleuves, mers et montagnes et relient l'essentiel : les grands foyers choisis par l'homme pour bâtir le progrès.

Où se pose l'avion, il est le signe que l'homme a créé des richesses : en effet, transporteur encore coûteux, il n'intéresse que les hommes et leurs produits les plus chargés de valeur.

Mais aussi soucieux de relier en droite ligne ces foyers de richesses, il enrichit les cieux qu'il parcourt et attire l'homme vers des espaces neufs : le Pôle se révèle plaque tournante des lignes rapides, de la Nouvelle Angleterre au Japon, des capitales soviétiques aux capitales de l'industrie anglo-saxonne, des mondes orientaux aux occidentaux. Bientôt précédés des transports aériens, les routes, le chemin de fer percent les glaces, chassent les neiges pour courir à l'alimentation de villes-aérodromes.

L'avion marque les sites qu'il élit d'un signe prometteur de fortune.

Bientôt les organisations au sol se développent, non seulement en ligne mais sur de vastes surfaces autour desquelles doivent cristalliser toutes les activités terrestres.

Mais aussi l'avion n'est pas que cette récompense de l'activité créatrice, ce signe à quoi se reconnaissent les régions d'avenir. Il est aussi au service des idées dangereuses. L'avion n'est pas seulement la marque de la sollicitude des civilisations avancées envers les autres. Il traduit, par son réseau même, la puissance des impérialismes rivaux qui se disputent le monde et il sert leurs disputes en multipliant la puissance destructive des guerres.

Ainsi l'avion n'échappe pas au destin de toute invention humaine qui sert le meilleur et le pire.

Tous ceux qui s'intéressent à l'avion, ce gigantesque facteur d'évolution, doivent veiller à ce qu'il serve plus qu'il ne desserve — que tous les penseurs s'efforcent de comprendre le sens de ces progrès — que tous les techniciens acceptent de tenir compte des facteurs moraux — que tous les passionnés de l'aviation, poètes ou pilotes, historiens, économistes, ou constructeurs et administrateurs se rejoignent, grande famille, pour mettre en commun leur enthousiasme. Tant qu'ils seront d'accord, bien d'accord, d'un bout du monde à l'autre, l'avion ne sera que le symbole de la nouvelle grandeur humaine; et son vrombissement céleste n'apportera que tressaillements d'espérance et d'orgueil aux populations terrestres.

Et, le plus extraordinaire des engins de progrès, de la science et du courage humain, il montrera la voie qui conduit de la planète au monde astronomique.

Comme au temps des Grecs, les hommes auront retrouvé le sens d'un univers infini, mais dont l'exploitation, cette fois, loin de reposer sur l'esclavage, ne commencera fructueusement que lorsque toute trace d'esclavage aura disparu de l'économie et du cœur de l'homme.

Ainsi, grâce à l'avion, l'homme redécouvre l'Homme, se découvre des forces insoupçonnées, des richesses de pensée et d'ambition, des occasions de conquêtes.

Les peuples qui, des bords de l'Océan Indien aux forêts du Yucatan, cheminaient le long des côtes (et par les détroits du Pacifique Nord ?) durent dépenser d'innombrables générations pour apporter aux bords de l'Atlantique leurs grandioses cités offertes aux conquistadors.

Cependant qu'à la même époque, par de lents mouvements, l'Asie centrale poussait vers l'Ouest ses « grandes invasions », repeuplant l'Europe, lui forgeant sa puissance conquérante — ce temps qu'il a fallu pour faire une Renaissance, des siècles, l'avion le raccourcit à quelques heures.

Le prix de sang et de morts dont l'Humanité a payé cette Renaissance, faudra-t-il le payer encore aujourd'hui, et le destin de l'Homme est-il qu'il ne s'élève qu'à ce prix ?

En tous cas, en même temps qu'il permet au géographe, à l'ethnologue, à l'historien de deviner ces voies de migration et leurs époques, l'avion détruit les sorciers et réveille l'esprit de Renaissance.

Et par les découvertes qu'il autorise, non seulement l'avion offre la Terre aux hommes, mais rend l'Homme digne de la recevoir.

CHARLES MORAZÉ.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

HISTORIQUE

Dollfus Charles et Bouché Henri, *Histoire de l'Aéronautique*. « L'Illustration », Paris, 1938. — **Davy M.-J.-B.**, *Interpretative history of flight*. Londres, 1937. — **Mortane Jacques**, *La Conquête de l'Air*. J. Dupuis fils, Paris. — **Romeyer Jean**, *Les Survols héroïques des Mers*. — **Bidou Henry**, *La Conquête des Pôles*. Gallimard. **Key Charles-E.**, *Les Explorations du XX^e siècle*. Payot, Paris. — **Lyautey Pierre**, *Géographie aérienne*. « La Géographie ». Mars 1935. P. 165-191. — **Castex Louis**, *L'Age de l'Air*. Etienne Chiron, Paris, 1945. — *Revue Générale de l'Air*. Editions Internationales, 1946, 1947, 1948. — **Taylor**, *Geography in an air age*. Londres, 1945.

MÉTHODE

Abrams Talbert, *Essential of aerial surveying and photo interpretation*. New-York and London, 1944. — **Baeschlin et Zeller**, *Traité de stéréophotogrammétrie avec considérations particulières*. Nancy. Berger-Levrault, 1936. — **Baisley Capt. H.-K.**, *Aerial Photography*. U. S. government printing office, Washington; 1937. P. 383-390, pl. h.-t. — **Bagley E.**, *Aero photography and aero surveying*. New-York. Mac Graw Hill, 1941. 324 pp. — **Dérivière**, *L'avion prospecteur des richesses minières*. (Géogr. géol. archéol.) « Science et vie » n° 352, (janv. 47), pp. 26-30. — **Deffontaines P. et Mariel Jean-Brunhes Delamarre**, *Atlas aérien de la France*. 4 tomes. A paraître en 1949. — **Dévé Max**, *Les étapes de la géographie aérienne*. « L'Aérophile ». Oct. 1945. — **Eardley A.-J.**, *Aerial Photography: Their use and interpretation*. New-York. Harper Brothers, 1941. — **Field R.-M.**, *Map reading and aviation*. (R.-M. Field - M. Stetson), New-York. D. Van Nostrand Cy Inc. — **Hart C.-A.**, *Air photography applied to surveying*. London. Longmans, 1943. — **Hotine M.**, *Surveying from air photographs*. Air Survey Committee, 1931. Second report 1935. — **Hurault J.**, *Emploi de la Photographie aérienne pour se diriger en pays inconnu*. Inst. Géol. Nat., Paris, 1947. — **Hurault J.**, *Manuel de photogrammétrie*. Paris. I. G. N., 1947. — **Griauze Marcel**, *L'emploi de la photographie aérienne et la recherche scientifique*. Paris, 1937. « L'Anthropologie », n° 147, pp. 469-75. — **I. G. N.**, *Note sur l'exploitation topographique des photographies aériennes par des procédés simples*. Institut Géogr. Nat., Paris, 1940. — **I. G. N.**, *Collection de stéréogrammes pour l'entraînement à l'identification des détails sur les photographies aériennes*. 50 pl. de 4 stéréogrammes. Institut. Geogr. Nat., Paris, 1947. — **Labussière G.**, *Leçons sur la photographie aérienne*. 2^e année. Cours de l'Ecole Nationale Supérieure de l'Aéronautique, pl. — **Lobeck A.-K., Wentworth, J. Tellington**, *Military Maps and Air Photographs*. New-York. Mac Graw Hill Book Cy. Inc. — **Lobeck A.-K.**, *Geomorphology. An introduction to the study of landscapes*. 1939. — **Martonne E. de**, *Traité de Géographie physique*. Paris, 4^e édit., 1926. (not. tomes I et II). — **Martonne E. de**, *La Géographie aérienne*. Paris. Albin Michel, 1948. — **Mollandin (général)**, *Le vol en avion*. Ses fins. Ses leçons. 1935. — **Nordon J.-M.**, *La photogrammétrie aérienne*. « La revue de l'Aviation. Espaces » Mai, 1946. — **Reeves J.-L.**, *Aerial photographs. Characteristics and military Applications*. Ronald Press, 1937. — **Robin ct.**, *Topographie aérienne*. « Revue des Forces Aériennes ». 1933. — **Roussille H.** *La photogrammétrie et ses applications générales*. Paris. Eyrolles, 1936, 2 vol. Tome 1: *Principes généraux et restitution des clichés isolés*. Tome 2: *Restitution des couples de clichés et applications diverses*. — **Smith H.-T.-V.**, *Aerial photographs and their applications*. B. Appleton Century Company. — « Science et industrie photographiques », février 1947. *Objectifs pour photos aériennes. La netteté des photos aériennes. Le redressement des photos aériennes*. 6 mars 1947. *Détermination de l'échelle de photos aériennes*. — **Vageler P.**, *Zur Problematik der kolonialen Bodenkunde*. « Zeitschrift für Weltforstwirtschaft ». Berlin, t. x. 1943. Neudman (14 vues en couleurs). — **War Department**: 1) *Basic Field Manual*, F. M. 21 - 26; 2) *Technical Manual*, T. M. 5 - 230, U. S. Army.

ARCHÉOLOGIE

Atkinson, *Field archeology*. Metheum 1948. — **Aufère Léon**, *Archéologie agraire dans les Iles Britanniques*. « Annales de Géographie », 1935. — **Beazley G.-A.**, *Air photography in archeology*. Geographical Journal LIII, 1919. — **Bandi H.-G.**, *Erfahrungen der Vermittlungstelle für Fliegeraufnahmen*. « Ur-Schweiz » V. IX. 3. Bâle, 1945. 6 fig. — **Bandi H.-G.**, *Die Bedeutung von Fliegeraufnahmen in der Urgeschichtsforschung*. Ibid. IX. 3. Bâle, 1945. 6 fig. — **Bandi H.-G.**, *Luftbild u. Urgeschichte*. 33^e annuaire Sté Suisse Préhist., Frauenfeld 1942. 3 fig. et 3 pl. — **Bradford J.**, *Etruria from the air*. « Antiquity », vol. XXI. Juin 1947. — **Bradford J.**, *A technique for study of Centuriation*. « Antiquity », vol. XXI. Déc. 1947. — **Sauter**, *Exploration archéologique aérienne en Suisse*. « L'Anthropologie », Nov. 1947. Bibliographie. — **Crawford O.-G.-S.**, *Wessex from the air*. Oxford University Press, 1928. — **Crawford O.-G.-S.**, *Air Survey and Archeology*. « Geographical Journal ». May 1923, reprinted by Ordnance Survey 1924. — **Crawford O.-G.-S.**, *Air photography for archeologists*. Ordnance Survey 1929. — **Crawford O.-G.-S.**, *Air photography. Past and future*. Proceedings of the Prehistoric Society for 1938 (July-Dec.). New series vol. IV, Part 2, pp. 233-39. — **Crawford O.-G.-S.**, *Air reconnaissance of roman Scotland*. « Antiquity ». Sept. 1939. — **Golubew**, *Zeitschrift für Erdkunde*. S. G. K. 22. — **Joseph J.-H.-K.**, *British « Geographical Journal »*, depuis 1942. Bonnes photos aériennes archéologiques. — **Hansa Luftbild**, *Luftbild und Vorgeschichte*. Hansa Luftbild G. m. b. H., Berlin S. W. 29 1938. — **Kosok P.** et **Relche Maria**, *The Mysterious making of Nasca* in « Natural History ». May 1947. (Jour. américain du Musée d'Hist. Nat.), 3 pages. — **Parrot A.**, *L'Archéologie mésopotamienne*. Albin Michel. (Coll. Sciences d'aujourd'hui). — **Pittard E.**, *Exploration archéologique aérienne en Suisse*. « L'Anthropologie », nov. 1947. — **Poidebard A.**, *La Trace de Rome dans le désert de Syrie*. Paris, Geuthner, 1934. — **Poidebard A.**, *Tyr*. Paris, Geuthner, 1939. — **Reisenbergh A., Dr.**, « Atlantis ». (Sept. 1947). — **Rey Léon**, *Observations sur les premiers habitants de Macedoine*. B. C. H., t. 41-43. 1917-19, paru 1921. — **Schmidt**, *Les grandes Fouilles en Asie*. — **Steer Kenneth**, *Archeology and the national air photographs survey*. « Antiquity ». March 1947.

GÉOGRAPHIE HUMAINE

Aufère L., *L'habitation et le village en Beauce*. C. R. du Congrès Int. de Géographie Paris, 1931. — **Brunhes J.**, *La Géographie humaine*. T. III - Vision aérienne de la terre. — **Chombart de Lauwe Jean**, *La structure agricole de la France*. C. N. I. E. 1946. — **Creutzburg Nikolaus**, *Kultur im Spiegel der Landschaft, Ein Bilder Atlas*. Bibliographisches Institut. Leipzig, 1930 (300 vues aériennes). — **Dupréal**, *Les groupes sociaux*. « Cahiers du Centre Internat. de Sociologie », n° 1. Paris, 1947. — **Fromont**, *Cours de législation et d'économie rurales*. Les Cours de Droit. Paris, 1945-46. — **Fèvre Lucien**, *La Terre et l'évolution humaine*. Paris. La Renaissance du livre. 1922. — **Gausson A.**, *Géographie des plantes*. Paris, 1933. — **Gourou P.**, *Les Paysans du Delta Tonkinois* (Utilisation systématique des vues aériennes pour l'étude des villages). — **Lavoine J.**, *La photographie aérienne au service de l'Agriculture*, « Bulletin technique d'Information des Ingénieurs des Services Agricoles », n° 23-24, nov.-déc. 1947. « Les Régions Pilotes ». — **Prenant M.**, *Géographie des animaux*. Paris, 1933. — **Sciences et Industries photographiques**, février 1947. Connaissance du monde végétal par la photo aérienne. — **Technique et Architecture**: 1) *Architecture régionale*, n° 1-2, 1947; 2) *Fonction, structure et forme*. Paris, 1945. — **Trochain J.**, *L'aviation et les études de Géographie botanique tropicale*. « La Terre et la Vie », mai 1932. — **Trochain J.**, *L'aviation et l'étude de nos richesses végétales coloniales*. « Revue des Forces aériennes », avril 1933. — **U. S. Department of Agriculture**, *Publications on planning for soil, water and wild life conservation, flood control and land utilisation*. — **U. S. Department of Agriculture**, *Soil conservation Service, Division of Information*. S. C. S. M. P. 21 aug. 1939. — **Wirth L.**, *L'écologie humaine*, Cahiers du Centre Internat. de Sociologie, n° 1. Paris, 1947. — **Rapports des sections et sous-sections du Congrès national de l'Aviation française**, années 1945-46-47, particulièrement Section 7. *Utilisation de l'aviation dans les recherches scientifiques*.

NOTES TECHNIQUES

Centre national de la Recherche scientifique, 8.21.288. *Les cameras Fairchild*. — Id. 8.21.557. *Appareillage photographique*. — Id. 8.27.265. *Radar et photo*. — Id. 8.21.846. V2. — Id. 8.21.379. *Pluie artificielle*. — Id. 8.21.420. *Radar et météo*. — Id. 8.21.975. *Rayons cosmiques*. — **Comptes rendus de l'Académie des Sciences**, décembre 1947. *Champ électrique étudié dans les cumulus par planeur*. — « Electronics », octobre 1946. *Prévisions du temps*. — Id. août 1947. *Transparence atmosphérique*. — « Electrical communication », mars 1947. *Bikini*. — « Electrical world », février 1947. *Radar détecteur d'orage*. — « Espaces », juillet 1947. *Le planeur stratosphérique*. — « Journal of the Soc. of motion Picture », juin 1947. *Appareils utilisés à Bikini*. — « General electric Review », mai 1947. *Bikini*. — « National Bureau of Standards », juin 1946. — *Les données ionosphériques*. — « Radioage », juillet 1947. — *Cartes hydrologiques par radar*. — « Rivista aeronautica », février 1947. *Recherches de la structure thermique en haute atmosphère*.

CE VOLUME A ÉTÉ ACHEVÉ
D'IMPRIMER SUR LES PRESSES
DE ROTO-SADAG S. A. - GENÈVE
LE 30 SEPTEMBRE 1948.

Numéro d'éditeur 105
Dépôt légal 4^e trimestre 1948

Au cas où vous constateriez une
erreur dans la reliure de ce livre,
veuillez le retourner à votre vendeur,
muni de la présente fiche de contrôle.

Collationnure 

Visiture

UNIVERSAL
LIBRARY



142 103

UNIVERSAL
LIBRARY